

DDICAL

*Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab.
Annual Report*

FOR EACH VOLUME

#1
1953

1
253

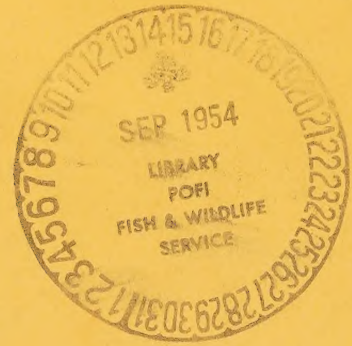
THE ANNUAL REPORT
OF
JAPAN SEA REGIONAL
FISHERIES RESEARCH LABORATORY

NO. 1

日本海区水産研究所研究年報

第 1 号

p.1
27
33
39
45
65
109
119
139
161



水産庁 日本海区水産研究所

新潟市万代島

昭和29年5月

JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
NIIGATA, JAPAN

May, 1954

THE ANNUAL REPORT
OF
JAPAN SEA REGIONAL
FISHERIES RESEARCH LABORATORY

NO. 1

日本海区水産研究所研究年報

第 1 号

水産庁 日本海区水産研究所

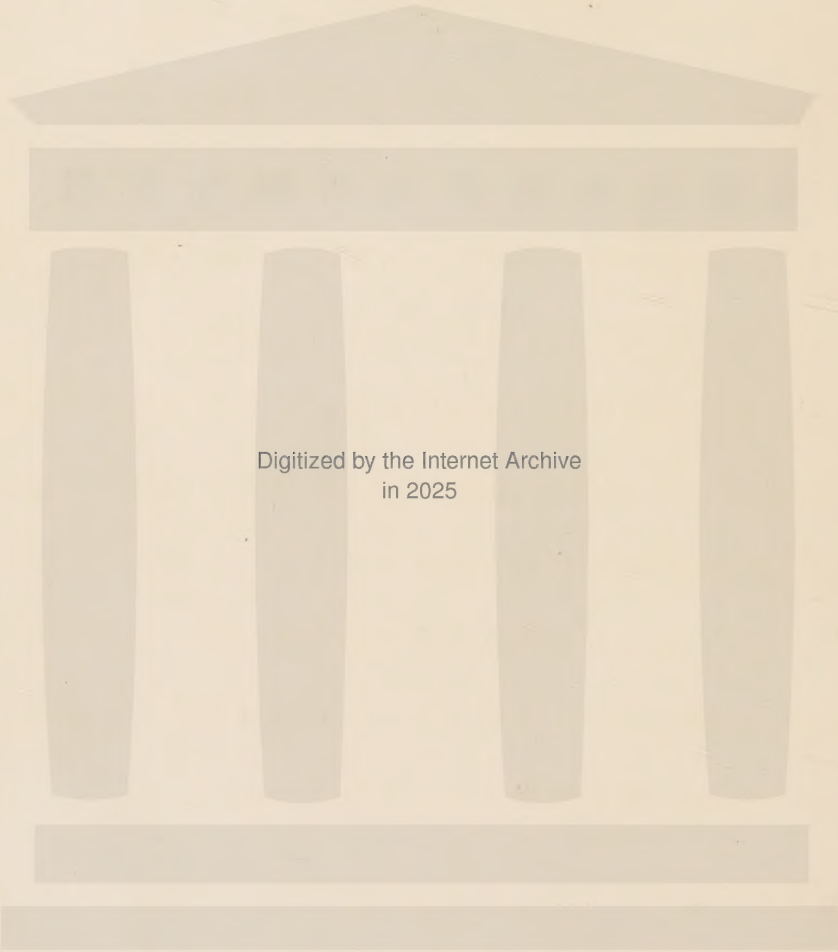
新潟市万代島

昭和 29 年 5 月

JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

NIIGATA, JAPAN

May, 1954



Digitized by the Internet Archive
in 2025

序

昭和24年6月1日付で設定された水産庁設置法によつて、八海区水産研究所が誕生してから、すでに5年の歳月が経過した。この間当研究所もそれぞれの面において着々として整備拡充されてきたが昭和27年12月七尾市から現在の新庁舎への移転完了を契期として、研究の面においても当所を中軸として香住、浦郷の両支所とともに本来の軌道に乗つて推進され現在に至つてゐる。

当研究所発足以来の研究業績は別掲のごとく、既刊3部4篇の完成された研究報告と水産学会誌その他に発表されてきた個々の報文とがあるが、当研究所研究面の充実に伴ない、この種研究報文が山積してきたので、これら未発表のものを取纏めてここに研究年報第1号を出版する運びとなつたのである。今後は少くとも毎年1回定期的に本研究年報の続刊を出版する予定である。

昭和29年5月15日

日本海区水産研究所長

内 橋

潔

既刊の研究報告、論文集及び 学会誌に発表された報文別掲

A 研究報告

- 日本海区水産研究所研究報告 No. 1 昭和26年
伊東祐方・山口和春・伊藤勝千代：
日本海北部における洄游性魚類の資源調査（第1報）
- 同 上 No. 2 昭和28年
内橋潔：脳髓の形態より見た日本硬骨魚類の生態学的研究
- 同 上 No. 3
Ⅰ 下村敏正：ミクロプランクトンの生産分布及び海況との関係に関する研究
Ⅱ ————：プランクトンから見た七尾湾の養殖又は増殖適性の研究

B 論文集

- 日本海区水産研究所創立三周年記念論文集 昭和27年

C 学会誌発表の報文

- 佐藤 健：水産加工品の蛆害防除試験（第1報）
蠅卵の死滅温度と時間 日本水産学会誌 Vol. 16, No. 1（昭和25年）
- ————： ” （第2報）
 ” 日本水産学会誌 Vol. 16, No. 1（昭和25年）
- 下村敏正：南氷洋捕鯨と海況について
日本海洋学会誌 Vol. 5, Nos. 2~4（昭和25年）
- ————：プランクトンの組成及び量の時間的変化について
日本海洋学会誌 Vol. 5, Nos. 2~4（昭和25年）
- 山中一郎：昭和24年春—夏季の日本海々況（Ⅰ）
（日本海沖合調査報告Ⅰ）日本海洋学会誌 Vol. 6, No. 3（昭和26年）
- ————：昭和24年春—夏季の日本海々況（Ⅱ）
（日本海沖合調査報告Ⅱ）日本海洋学会誌 Vol. 6, No. 3（昭和26年）
- 下村敏正・宮田和夫：佐渡沖冷水域の海洋学的性状—I
日本水産学会誌 Vol. 19, No. 4（昭和28年）
- 井伊明・井上喜平治・柘植秀臣・小川良億・内橋潔：
魚類の夜間行動に関する研究—Ⅱ
日本水産学会誌 Vol. 19, No. 4（昭和28年）
- 山中一郎：体長組成推定に際して現われる統計量の生物学的意味について
（予報）日本水産学会誌 Vol. 19, No. 4（昭和28年）
- 野口栄三郎・尾藤方通：サバ肝臓の重量及び脂肪量の季節的变化
日本水産学会誌 Vol. 19, No. 4（昭和28年）

目 次

伊東祐方・渡辺和春・西村三郎・笠原昭吾：

能登海域におけるマイワシの産卵時刻と夜間の行動…………… 1

大内 明： 日本海カレイ類4種の産卵……………17

———： 鱗によるソウハチの年令及び成長……………27

———： 鱗によるマサバの年令について……………33

大内明・武田信昭： 日本海西南海域のムシガレイの年令及び成長……………39

尾形哲男： スケトウタラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS) の年令査定……………45

加藤源治： スケトウタラの胃中から発見された特殊魚介類について……………53

岡地伊佐雄： 佐渡海峡底魚群集の構造（予報）……………57

渡辺 徹： 日本海西南海域における底魚資源研究（Ⅰ）……………65

加藤源治： 八郎潟産わかさぎ当才魚の年成長の相違についての一考察……………83

———： 八郎潟における曳網漁業の検討……………87

伊藤勝千代： 能登和倉海産貝類目録……………93

山中一郎： 体長組成推定法の改良……………105

———： 体長組成から年令組成を求める方法についての吟味……………109

———： 体長制限の効果について（Ⅰ）……………119

Toshimasa SHIMOMURA：

Planktological Study on the Warm Tsushima Current Regions—I……………127

———：

Planktological Study on the Warm Tsushima Current Regions—Ⅱ……………139

下村敏正： 1950年夏期における秋田県八郎湖水族の異常斃死現象と同湖の海洋学的研究—I ……153

永田俊一： 富山湾におけるブリ漁況について……………161

大竹茂夫・山本常治： 魚肉蛋白質に関する物理学的研究〔Ⅰ〕……………169

———・尾藤方通： " " 〔Ⅱ〕……………175

———・山本常治： " " 〔Ⅲ〕……………183

———： " " 〔Ⅳ〕……………189

———： コンデンサー法による簡易硝子電極測定法……………193

野口栄三郎・木崎五一： 魚肉の酢漬に関する研究〔Ⅰ〕……………199

———・尾藤方通： " " 〔Ⅱ〕……………205

———・佃 信夫： 水産物保蔵試験（第2報）……………211

野口榮三郎・大竹茂夫:	赤外線及紫外線照射による魚肉罐詰剥皮防止試験	215
—————・木崎五一:	湯煮品, 半乾品, 焼魚, 煉製品の製造地理学的研究	219
—————・佃 信夫:	煉製品の保蔵に関する研究 (第1報)	225
—————・木崎五一:	" " (第2報)	229
—————・佃 信夫:	" " (第3報)	233
—————・—————:	" " (第4報)	239
—————・—————:	" " (第5報)	245
—————・—————:	" " (第6報)	253
—————・—————:	" " (第7報)	257
—————・—————:	" " (第8報)	263
—————・—————:	" " (第9報)	267
—————・—————:	" " (第10報)	275

能登海域におけるマイワシの産卵時刻と夜間の行動

伊東祐方・渡辺和春・西村三郎・笠原昭吾

Spawning time and nocturnal behaviour of the sardine, *Sardinops melanosticta* in the Noto Sea Area, Japan Sea.

Sukekata ITO, Kazuharu WATANABE,
Saburo NISHIMURA and Shogo KASAHARA

I は し が き

古くからマイワシについての研究は多数あるが、産卵時刻及び夜間の行動についての研究は少い。産卵時刻については古川（'38）が卵の出現状況から夜間であろうと推論しているにすぎない。しかし、その他に中井*、早野*の未発表の最近の研究があり、California sardine の産卵時刻については E. H. AHLSTROM（'50）が20～24時の4時間に限られていることを報告している。また、既往の夜間の行動についての研究は大渡、古野、古野（'53）が魚探記録から大羽イワシは日中は中層に濃密に分布しているが日没1時間後には分散して帯状に分布して降下するようであると、横田（'53）はマイワシ、カタクチイワシ、サバ、ウルメイワシ、ムロアジ、イサキ、マルソーダ等（いずれも体長不明）は昼間には特有の魚群型を作つて密集し、夜は群型を解くものと考えられると述べ、また内橋（'53）は脳形からマイワシは趨光性を有し、夜間も休みなく流れに抗して群泳（游泳睡眠）しているものであろうと論じているのにとどまる。

筆者等はイワシ資源調査の一環として卵分布の均一・不均一性の問題、産卵時刻及び魚群の夜間生態などを究明する目的のもとに能登海域において1952年5月に1回、1953年4～5月に3回計4回の24時間の連続調査を実施し、上述の諸項目の中、産卵時刻、夜間の游泳層や行動などにつき若干の知見を得たので報告する。なお、卵分布の問題については他の調査資料をも加えて後日報告したい。

本調査を実施するに際し、終始御指導を賜り、また、御稿閲をしてくださつた日本海区水産研究所長内橋潔博士、資源部長加藤源治氏、及び種々御指導を賜つた東海区水産研究所イワシ資源部長中井甚二郎氏に深甚なる感謝を表し、また本調査に従事され、労を惜まれなかつた第二旭丸船長綱市三郎氏その他船員各位に深く謝意を表わすものである。

* 中井（'53）は1953年イワシ担当官会議で卵の出現状況から産卵は22～24時頃行われると報告（謄写刷）し、早野（'53）は同会議で主産卵時刻は前夜半とくに18～23時であることを報告（謄写刷）した。

Ⅱ 調 査 の 方 法

調査の期日、時刻、位置その他については下表に示す通りである。

	年 月 日	時 刻	位 置	水深	採集回数	月令	日没時刻	日出時刻	月出時刻	月没時刻
1.	'52年 5月 25~26日	15:10~15:50	N 37°32.4' E 136°47.2'	102m	105	1.3				
2.	'53年 4月 25~26日	15:00~ 7:00	N 37°30' E 136°58'	80	48	11.3	18:36	5:03	16:18	3:23
3.	'53年 4月 27~28日	16:00~16:00	N 37°30.5' E 137° 1.7'	73	49	12.3	18:38	5:02	17:16	4:17
4.	'53年 5月 10~11日	13:30~13:30	N 37°35.8' E 136°45.7'	95	49	26.3	18:47	4:47	2:44	15:58

卵採集のネットは罾（口径45cm、網目ミューラー・ガーゼ No. 3 に相当）を使用し、50m 層から表層までの垂直曳網によつた。引揚の速度は1m/secを保つよう努めた。

採集物は直ちに5%ホルマリンで固定し、帰庁後、標本のうちからマイワシ卵を選び出し、発生 stage 別に分けて計数した。なお、本稿で論ずる卵数は単位時間別1回当りの採集平均数を用いたものである。

発生 stage の分け方については筆者等は中井方式に1 stage 加えて9個の stage とした。その各 stage の区分は次の通りである。

名 称	記 号	説 明
1. 前 前 期	AA	放卵後、卵膜が扛挙するまでの期間
2. 前 期 前	Aa	卵膜が扛挙してから、側面からみて胚膜の部分がその外縁に直交する卵黄の直径の2/3を占めるまでの期間
3. 前 期 中	Ab	Aa 以後、卵黄の直径を前述の方法により観察し、その2/3が胚膜によつて占められるまでの期間
4. 前 期 後	Ac	Ab 以後、胚膜が卵黄の全面を蔽い、胚口が閉鎖するまでの期間
5. 中 期 前	Ba	胚口が消失し、尾芽の末端がまだ油球に達しない期間
6. 中 期 中	Bb	尾芽が油球附近に達し、まだ尾芽が顕著に隆起していない期間から Bc までの期間
7. 中 期 後	Bc	尾芽が顕著に隆起し、その腹側の付根の終末点における切線に対してこの付根の終末点と尾芽の末端を結ぶ直線が直角になるまでの期間
8. 後 期 前	Ca	尾芽が卵黄から離れて伸長し、その遊離した部分の長さがその前部の長さより短い期間
9. 後 期 後	Cb	Ca 以後から孵化するまでの期間

発生過程において各 stage に達するまでに要する時間と温度との関係については、小林 ('44) の報告が唯一であり、しかも、氏は水温 20°C の高温において孵化実験をしたものである。今回の産卵發育水温に比して異状に高温である。したがつて、今回は E. H. AHLSTROM ('50) が California sardine について報告したものを引用し産卵時刻の推論を進めた。氏の各 stage に達するまでに要する時間と温度との関係を次頁にある Table に掲げた。

Table Time (in hours and minutes after spawning) required to reach a stage of development at different temperature. (Based on Elbert. H. AHLSTROM '50)

Temperature	stage Ab	stage Bb	stage Ca	stage Cb
16.5°C	—	28:05	41:04	55:07
16.0	13:49	30:01	44:03	58:58
15.5	14:56	32:04	47:14	63:05
15.0	16:09	34:16	50:40	67:29
14.5	17:27	36:37	54:21	72:12
14.0	18:52	39:08	58:18	77:14
13.5	20:23	41:50	62:31	82:38
13.0	22:23	45:07	67:10	89:08
12.5	24:06	48:05	73:07	95:56
12.0	25:56	51:11	77:50	123:19

マイワシ卵の浮游水層について早野 ('53) は 50 m 以深にも相当量の卵が分布していることを報じ、中井 (未発表) も卵、稚仔が相当深い所まで分布していることを指摘した。また、F. S. RUSSELL ('26) は *Sardina pilchardus* の卵は表面から底まで広く分布し、時には深い層に多数出現し、卵の各発生 stage によつて分布水層に相違があるとし、R. P. SILLIMAN ('43) は California sardine の卵では時には 50 m 層以深にも分布するが、主に 30 m 層以浅に分布していることを報告している。

E. H. AHLSTROM の各 stage に達するまでに要する時間と温度との前記関係表 (Table) は 10, 20 m 層の水温を用いて作製したものである。したがつて、後述の各 stage 別、時間別の卵の出現分布から産卵時刻を推定するに当つては、一応 10, 25, 50 m 各層の水温を用い、その結果について吟味した。

魚群の行動の観察は主として調査地点で船を停止投錨せしめ、魚群探知機 (日本無線 103 型) を作動し、記録紙上に映像した魚群像から推定し、魚群映像の上端の水深をもつて游泳層とした。魚群映像の魚種の判定には昼間～夕刻にかけては毛釣によつて漁獲して確めたものである。

なお、船上での夜間観測時には 10 分間程度 24V ; 40W の電球 2 個を点灯したにすぎず、極力灯火が魚群の行動に影響を及ぼさぬように努めた。

Ⅲ 調 査 結 果

1. 産 卵 時 刻

(I) 1952年 5 月 25～26 日：この日の天候は 25 日 15 時から 26 日の 3 時までは快晴で 26 日の 5～8 時は晴、それ以後は曇となつた。風向、風力は 15～23 時までは NW の風で、風力は 2～3 であり、1 時ごろから風向は S 系に変わり、風力は 2～3 であつて当日は比較的静穏であつた。

水温 (Fig. 1) は 0 m では 25 日 15 時に 16.0°C を示したが、時間の経過とともに降下し、翌 26 日の 1～3 時には 15.3°C に低下して、その後は順次上昇して同日 13 時には 17.0°C に達しており、日変化は極めて甚しくその較差は 1.7°C に及んでいる。

0 m に比して 10 m 層ではあまり変化なく、15.4～15.0°C の範囲にすぎない。しかし、25, 50 m 層では極めて大きい変異を示し、25 日の 21 時には急激に低下してその後翌日の 3～5 時に上昇し、その後は大きな変化を示さなかつたが、25 m 層の場合は 9 時以後また低下した。第一躍層は 25～50 m 層に

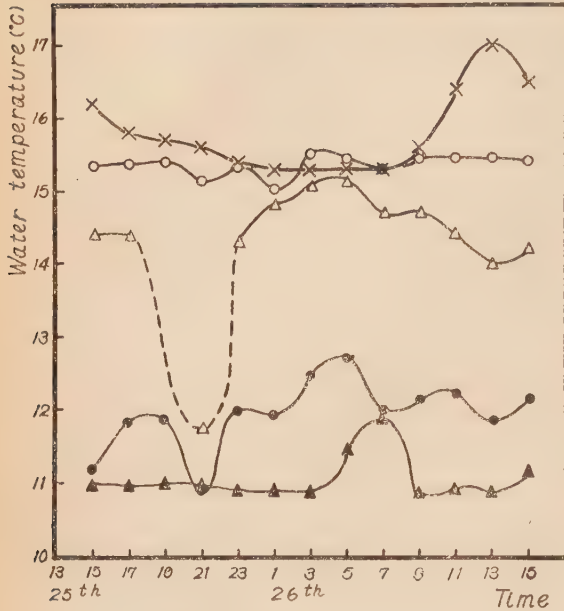


Fig. 1 Diurnal changes of water temperature.
(May 25-26, 1952.)

×...0m, ○...10m, △...25m, ●...50m, ▲...75m.

り、前日あるいは前々日放卵された卵による添加は極めて僅少である*。したがって、この日の調査における卵の組成は極めて単純といえよう。

前前期：AA：15～19時にはほとんど出現せず20時から急に出現し、22時を最高としてその後急激に減少、1時には0となり、その後はごく少数が採集されたにすぎない。

前期前：Aa：15～21時には少数採集されたにすぎないが、AAの急激な出現時刻後、1～2時間でAAと同様急に増加し、その後多少の増減はあったが、13時まで多数採集され14時に0となった。

小林（'44）によれば放卵後約2時間でAaに達するようであるが、今回のAA及びAaの出現状況からもほぼその事実を窺うことができる。

したがって、AAの多量出現時刻は20時から翌日の1時であるが、上記のことを考慮して、この日の調査地点近傍における主産卵時刻は、AAの出現し始めた時刻、すなわち、25日の20時から（あるいはAaの出

* 前日あるいは前々日放卵された卵の添加が僅少であることは 1). 前日及び前々日には調査地点近傍において産卵行動が行われなかつたか 2). 産卵は行われても、海流あるいは潮流の関係で調査地点へは卵の移動、拡散が行われなかつたかのいずれかによるものと考えられる。

あり、0mと50mとの水温差は3～5°Cに及んでいる。したがって、この両日の水温は変化が甚しく水塊の不連続性を示している。

次に、時間別平均採集卵数及びstage別の平均卵数を Fig. 2 に示した。

総卵数についてみると、15～19時には少数採集されただけであるが、20時には急激に多数採集され、その後翌日の2時までその状態が続く、その後順次減少を示している。次にstage別の卵数の変動の模様をみると、いづれも単純な変動カーブを示しており、とくに前期前Aaの変動カーブから明かなように、この日の調査地点近傍における卵群はほとんど当日放卵されたものによつて占められてお

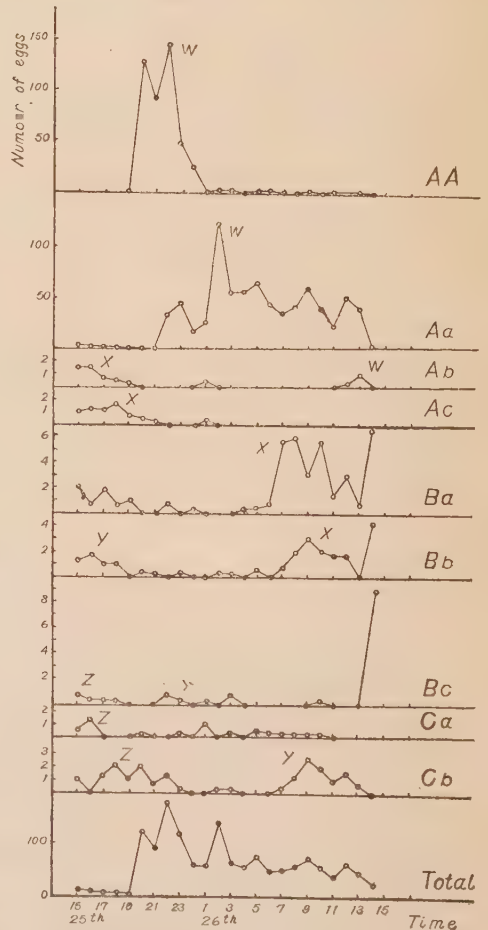


Fig. 2 Mean hourly number of eggs by developmental stages in the vertical haul.
May 25-26, 1952.

現し始めた時刻：22時から2時間さかのぼつても同様20時になる), AA の消失し終つた時刻：24～1時から2時間さかのぼつた時刻, すなわち22～23時までの短時間であると推定される。

前期中：Ab～後期後：Cb：これら stage の卵の出現は前述のように少なく, これらの資料から種々論ずるのは危険であるが, 全般的にみると各 stage の山 (X, Y, Z) は時間の経過とともに次の stage に移行していく様子が窺われる。

試みに, この日の 10, 25, 50 m 層の水温をそれぞれ 15.5°, 14.5°, 12.0°C として Ab の X (前日放出された卵群) の山の左端の時刻を基点として Table によつて時間を溯つて産卵時刻を推定するとそれぞれ24日の 22時, 20時, 11時となり, 10, 25 m 層水温をとつた場合は, AA の出現時刻, すなわち, 25日の産卵時刻にほぼ一致する。

同様に, Bb の Y (前々日放出された卵群) の山の左端の時刻すなわち 7 時を基点として, 10, 25, 50 m 層水温をとつて産卵時刻を推定するとそれぞれ23日の 23時, 19時, 7 時以降となり, 50 m 層水温をとつた場合を除き産卵時刻は前夜半であるといえよう。

AA, Ab, Bb の出現状況から産卵時刻を推定した場合, 10, 25m 層水温をとつた場合はその推定時間はいづれもかなりよく一致することは注目すべき点である。

(Ⅱ) 1953年4月25～26日：この日は15時には快晴であつたが, 16時ごろから曇り出し, 18時以降は曇天となり, 天空一面乱雲に掩われた。15時の風向は WSW で, 風力 1 で穏かであつたが, 16時ごろから風向は次第に N 系に廻り風力は 2 を示した。その後23時ごろから風向が S に急変し, 風力は 3 を示し, 24時には風力 4 さらに時間の経過とともに風力はますます強くなり, 6時には船の錨がひけ出したほどの時化となり調査を打ち切らざるを得なかつた。

水温 (Fig. 3) は 15～17 時における 0 m では 13.7°C 前後を示し大きな変化がなかつたが, 17時以降, 降下して翌日の 6 時には 12.8°C に低下した。較差は実に 2°C 以上に及んだ。これは風の影響による表層水の混合が主原因であろう。10 m でも 15 時には 12.8°C を示したが, その後降下し 18 時には 12.45°C を示し, 19時にはまた上昇し 12.75°C を示し, 以後時間の経過とともに少しづつ低下して翌日 6 日には 11.6°C になっている。25, 50 m 層では 16 時から翌朝の 2 時ごろまで 12.5°C 前後で変動は少いが, 3～6 時になつて急に低下した。75 m では 22 時以降低下した。風向, 風力の急変に伴つて深層水塊から水温の低下現象がみられ順次上層に及んでいる。これは水塊の移動を考える場合に興味深いものがある。

とにかく, この日は 23 時ごろからの風向, 風力の変化によつてごく沿岸部の異水塊の流入がみられ, このような水温変化を示したものと思われる。この事実は塩分変化をなてもほぼ窺われる。このような海況の変化は卵の出現にも顕著な影響を及ぼしている。なお, この日には顕著な躍層はみられず, また各層の水温差も著しくない。

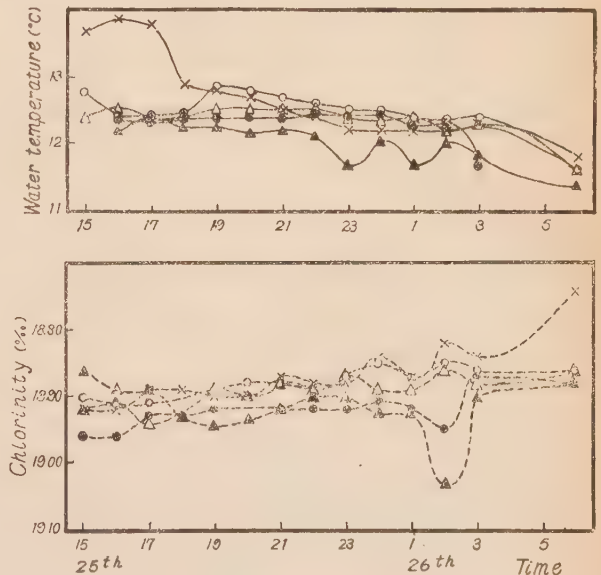


Fig. 3 Diurnal changes of water temperature and chlorinity. (April 25-26, 1953.)

x...0m, o...10m, △...25m, ●...50m, ▲...75m.

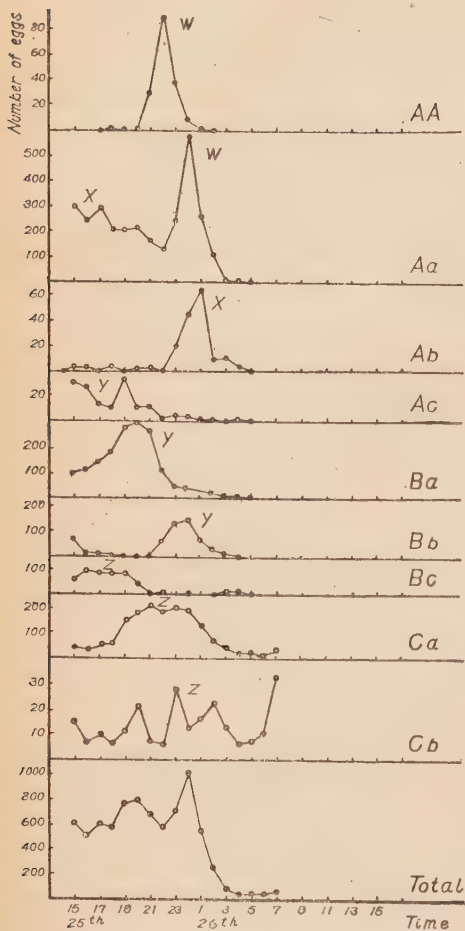


Fig. 4 Mean hourly number of eggs by developmental stages in the vertical haul. April 25-26, 1953.

現象であると思われ、これは海況の変化の影響によるものと思料される。

AA, Aa の出現状況— AA の多数出現時間が21~24時であり、Aa の出現し始めた時刻が23時であることから前回同様の推定を試みるとこの日の主産卵時刻は21~22時ごろの短時間の間であろうということになり、1952年5月25日の産卵時刻とほぼ一致する。

前期中: Ab~後期後: Cb: これらの stage の出現状況は海況の変化による採集卵数の減少によって、時間の経過とともに次の stage へと移行してゆく状態はあまり明瞭でないが、W, X, Y, Z の山はほぼ認めることができる。

Ab の X の山の左端の時刻を基点として10, 25, 50 m 層水温をそれぞれ 12.5° , 12.5° , 12.25°C として前回同様 X 卵群の産卵時刻を推定すると、産卵時刻はそれぞれ24日の23時, 23時, 22時以後と推定され、ほぼ25日の産卵時刻と一致する。

次に、Bb について10, 25, 50 m 各層の水温をとって前回同様に産卵時刻を推定するとそれぞれ23日の22時, 22時, 21時以後ということになる。

Ca について同様推定するとそれぞれ22日の18時, 18時, 16時以後に産卵したことになる。

次に昭和28年春の第一回調査における時間別平均卵数及び stage 別平均卵数を Fig. 4 に示した。

総卵数をみると平均採集卵数は極めて多く15~18時には500~600粒でその後19時ごろ約800粒に達し、21~22時には一時減少したが、23時にはまた急増して1,000粒以上になり、その後は急激に減少している。この急激な減少は前述の海況の変化によるものと推定されるので、連続的な変化をみるには不都合な資料といわねばならない。

各 stage 別の卵数の分布をみるとこの日の卵群は当日放卵された卵及び前日、前々日に放卵された卵を多数含んでいることが窺われる。

前前期: AA: 15~16時には全く見られず、17時以後は少数出現しているが、21時に急激に増加し、22時最高を示し、その後急激に減少している。

この日の AA の出現分布は、前回の調査の AA の出現分布とよく似ていることまた Aa の分布からみて、この分布には前述の気象海況の影響は少く、ほぼ正常型を示すものと考えてよいであろう。

前期前: Aa: 15時より極めて多数出現しているが、漸次減少傾向を示し、AA の出現後2時間で急激に増加し、24時以後急に減少し、3時には0を示している。Aa における W の山は AA の W の山の発生の進んだもの（当日放出された卵群）と X の発生の進んだもの（前日放出された卵群）との混合したものであらうと考えられるが、AA の W の発生が進んだものが主体を占めていると推定される。

1時以後の急激な減少は前回の調査の Aa の出現状況及び発生の過程における Aa の経過時間より考えて異状

総じてこの日の主産卵時刻はAA, Aaの出現状況からして21~22時ごろの短時間であつて1952年5月25日の産卵時刻と一致し、またAb, Bb, Caから10, 25, 50m層水温をとつて産卵時刻を推定してみるとCaからの推定時刻は異なるが、他は22~23時ごろとなりこれもやはり大体一致する。

(■) 1953年4月27~28日：天候は16~19時には晴その後も快晴が続き、夜間は月光が冴え渡り、翌日の13時に至つて晴となつた。風向は16時にENE風力1でその後順次風向はS及びWの方にまわつたが、風力は1~2で極めて静穏の日であつた。

水温 (Fig. 5) は16時0mでは13.6°Cであつたが、その後下降して翌日の4時には12.9°Cになり、その後また上昇して16時には14.2°Cを示した。その較差は1.5°Cに及んだ。10mでは16~14時にはほとんど大し

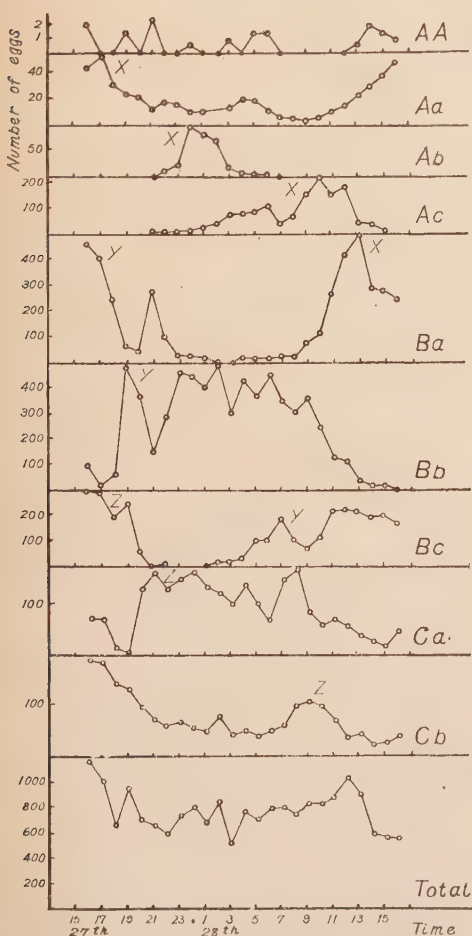


Fig. 6. Mean hourly number of eggs by developmental stages in the vertical haul. April 27-28, 1953.

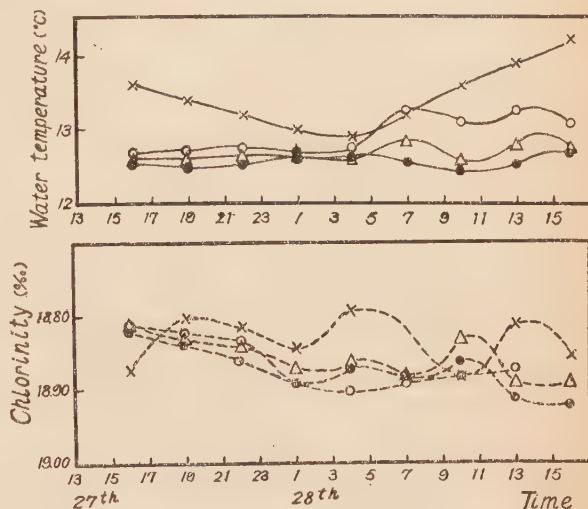


Fig. 5. Diurnal changes of water temperature and chlorinity. (April 27-28, 1953.)

X...0 m, O...10m, Δ...25m, ●...50m.

た変化はなかつたが、5時に急に少し上昇してその後はあまりたいした変化を示さない。25, 50m層ではほとんど大差がない。この日には著しい躍層もみられない。この間は比較的持続性のある海況であつたといえよう。

昭和28年春における第2回調査の時間別の平均卵数及び stage 別の平均卵数を Fig. 6 に示した。

総卵数では多少の変動はあるが、前2回に比してほぼ一定の値を保っている。採集卵数は前回同様極めて多量であり、他海域でこのような多数採集したとの報告をみない。したがつて、筆者等の能登近海が大産卵場であるとの報告 ('51), をさらに裏付ける資料であろう。また stage 別の卵数の分布をみると、当日産卵された卵は少く、前日、前々日に放卵された卵が多数であることがわかる。

前前期: AA: この日の出現は顕著なものなく、ただ各時刻に少数ながら採集されたにすぎず、調査地点近傍では当日大きな産卵行動は行われなかつたといえよう。

前期前：Aa：16～17時に比較的多量に出現しているが、その後減少し、3～5時に少し増加し11時ごろからまた順次増加している。この後者の卵群（W）は前日に調査地点の海域で放卵されたものが海流によつて運ばれて来たものを主体として構成されているものと考えられる。したがつてこのような出現状況から産卵時刻を推定することは困難である。

前期中：Ab～後期後：Cb：この stage では時間の経過とともに次の stage に移行する状況が明瞭にみられる。

Ab の X の山の左端の時刻を基点として 10, 25, 50 m 各層水温をそれぞれ 12.5, 12.5, 12.5°C として X 卵群の産卵時刻を前回同様推定すると、いずれも 23 時以後ということになる。つぎに Bb では 19 時から翌日 10 時の長時間に亘り出現しており、この期の發育期間が長いことを物語っている。Bb の山の左端の時刻を基点として前回同様産卵時刻を推定すると 19 時以後になる。Ca で同様 Z の山の左端の時刻から産卵時刻を推定すると 19 時以後ということになる。総じて調査地点においては当日大きな産卵はみられず、各時刻に僅かながら産卵していたものと推定される。

Ab, Bb, Ca の出現状況から産卵時刻を推定すると各 stage によつて多少異なるが、大体前夜半に産卵行為が行われ始めたと看取して間違いない。

（Ⅳ）1953年5月10～11日：天候は大快晴で、風向は時刻によつて異なるが風力は 0～2 で極めて静穏であつた。水温（Fig. 7）は 0 m では 5 時に最低を示した。一般に夜間は低く、日中は高温を示している。10 m で 13 時から順次上昇を示しているが、25, 50 m 層ではほとんど変化がない。ただ、この日は各層の水温差が大きくなり、0 m と 50 m の水温差は約 2°C に及んでいたが、顕著な躍層は見られない事は塩分においても同様である。

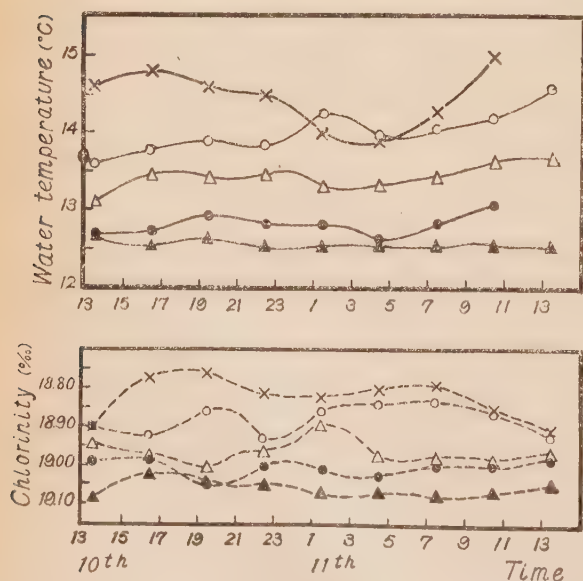


Fig. 7 Diurnal changes of water temperature and chlorinity. (May 10-11, 1953.)

x...0m, o...10m, Δ...25m, ●...50m, ▲...75m.

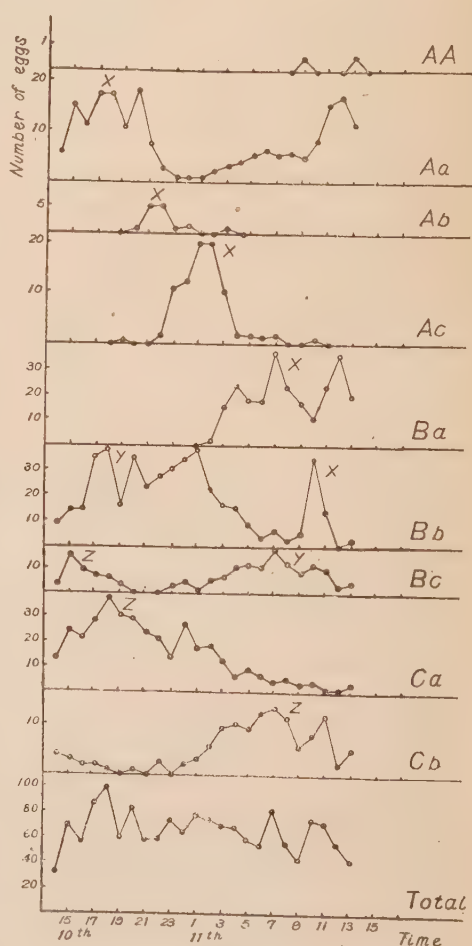


Fig. 8 Mean hourly number of eggs by developmental stages in the vertical haul. May 10-11, 1953.

昭和28年春の第3回調査における時刻別の平均卵数及び stage 別の平均卵数を Fig. 8 に示した。

総卵数では時間により相当の変化をみたが、全般的な傾向としてはほぼ一定している。各 stage 別の出現分布をみると、時間の経過と共につぎの stage に移行する状況が明瞭にみられる。

前前期：AA：9時、13時に各1粒出現しただけで、この日は調査地点近傍での産卵はほとんどなかったとみてよい。

前期前：Aa：15～20時まで比較的多く採集され、その後減少し、23時から翌日の1時に最低を示し、その後時刻の経過とともに上昇し、11～12時に最高を示している。前回と同様このような出現状況からの産卵時刻の推定は困難である。

前期中：Ab～後期後：Cb：Abでは少数ながら21～23時に山がみられ、XはAaのXの山のstageの進んだものと考えられる。10、25、50 m 各層の水温をそれぞれ14.0°, 13.5°, 12.75°CとしてこのXの山の左端の時刻を基点としてX卵群の産卵時刻を推定すると、それぞれ2時、0時、22時以後となる。

BbのYの山について同様に産卵時刻を推定すると、それぞれ4時、1時、19時以後となる。

Caについても同様に推定するとそれぞれ4時、0時、22時以後産卵したことになる。

総じてこの日は調査地点近傍では産卵行為がなかったといえる。Ab, Bb, Caの分布状況から産卵時刻を推定すると10 m 層水温をとつた場合は大分異なるが、25 m, 50 m 層（とくに50 m 層）の水温をとつた場合には大体前夜半に産卵が始められたとみてよいようである。

小 括

1) 調査日の1952年5月25～26日は各々の水温差が比較的甚しく、採集卵の組成は割合に単純な場合であつて、1953年4月25～26日は気象海象の激変による、採集卵の変動の甚しい例である。1953年4月27～28日及び5月10～11日は海況気象とも比較的安定しており、海況は一応持続性を有している場合で、ただ前者では各々の水温差は余りないが、後者では相当甚しい場合の事例といえる。

2) このような異つた条件の下において調査されたわけで、各 stage 別の出現分布をみたとき大きな山が1～2存在し、山が2つ存在する場合でも前後の発生 stage の分布状況からして、それは前日放卵された卵群に当日放卵された卵群が加重されたものとみることができる。すなわち2つの山の場合では一つを24時間ずらすことによつて他の山へ重ね合すことができる。したがつて、山が一つの場合と同一視してもよい。その山が時刻の経過と共に進んだ stage に移行するのが明瞭にみられる。また各調査日について同一の stage の分布を比較すると大体似た分布を示している。このことは産卵行為が長時間連続するものでなく、ある特定の短時間に主として生起することを意味するものであろう。

3) 1953年4月27～28日の場合のように各時間に少数ながら産卵されたとみるべき例もあるが、1952年5月25～26日及び1953年4月25～26日の場合の例のように放卵直後のAAのstageの多量の出現がいずれも3～4時間の短時間の間にみられ、しかも出現の時刻は大体20～24時でほぼ一致している。このことは能登近海の主産卵時刻は20～24時とくにAAからAaに移行する経過時間、すなわち約2時間のずれを考慮に入れると20～22時の短時間であることを示すものであろう。

4) 各調査日のAb, Bb, Caの分布状況から2, 3の仮定——マイワシの卵が放卵されてから各 stage に発育するのに要する時間がE. H. AHLSTROMの報告のCalifornia sardineの場合と一致するとしたこと、卵の分布が各層に分布し、stageによつて卵の分布には相違があることが報告されているにもかかわらず、また発育経過当時の水温をとらねばならないのに調査当日の10, 25, 50 m 各層の水温をとつたこと——の下に産卵時刻を推定したところ、stage, 水層により、また調査日により多少の時間的な相違があるが、大体前夜半であると帰結された。

以上初期 stage の出現からほぼ直接的に知り得た時刻と後期 stage の出現からの推定によつて得た

時刻とが大体一致していること及び後述の魚群の行動の観察結果を考察すると、能登近海の4～5月のマイワシの産卵は主として20～24時ごろ、とくに20～22時に行われるものと推定される。このことは古川、中井、早野の報告とも大体一致し、E. H. AHLSTROM の California sardine の産卵時刻とも一致する。

5) 前述の仮定の下に各調査日の各 stage の出現状況から10, 25, 50m層水温をとつて産卵時刻を推定した場合の結果を詳細にみると、多少の相違が認められるが、同一調査日について各層別に各 stage から推定した産卵時刻は1～2例を除いてかなりよく一致している。このことは California sardine の各 stage までの発育に要する時間と水温との関係がマイワシの場合にもほぼ適合することを示すものと思われる*。

後期の各 stage から推定した産卵時刻が初期 stage の出現から直接に知り得たそれと相違する場合は各層の水温差の甚しい1952年5月25～26日及び1953年5月10～11日の場合で、前者の50m層（第一躍層より深い）後者の10, 25m層の水温をとつた場合である。このような相違が生ずる原因として次の2つの場合が考えられる。

- (1) 推定に用いた水温が採集卵の発育してきた当時の水温と著しい相違のある場合
- (2) 推定に用いた水層に卵が浮游していなかった場合

前者の場合は1～2日前の水温と調査日の水温との差が問題であるが、放卵された水塊の水温が1～2日の短期日に急変するとは普通考えられないから、(2)の場合とみるのが妥当であろう。なお、卵の浮游機構については、卵自体の生理的条件と海水の比重、渦流などの外的条件との両者によつて規定され、両条件を満足するある一定水層に浮游するものと思われる。したがつて、各層の水温差の甚しい場合は比重も異つていから水塊の垂直安定度は大きく、卵は特定水層に浮游して、それ以外の水層に浮游するものは少いと考えられる。したがつて、そのような特定水層以外の水層の水温をとつて産卵時刻を推定したときは結果に不一致を来すのは当然であろう。もしも、浮游水層が Static Process を通じて決定されると仮定すればこのような特定水層は現場水温における密度が1.0256～1.0260の範囲のものであろうと筆者等は考えている。なお、浮游水層、及び浮游機構の詳細な検討については今後の研究にまかたい。

6) 産卵活動が短時間に限られ、また、1953年4月27～28日、及び5月10～11日の場合のように、放卵直後の stage AA はほとんど採集されないが、Aa, Abなどの stage の進んだものが多量に採集され、しかも stage Aa の卵の出現は9時以降によりやく著しくなるということから、産卵活動は産卵海域と考えられる水域内で、均一的に行われるのではなく、その区域内に空間的に点在するごく狭い範囲の小域において行われるものであると思料される。また、小域に放卵された卵群は時間の経過とともに自身では発生を進めながら海流、潮流の影響によつて拡散していくものである。1952年5月25～26日及び1953年4月25～26日の調査はAA卵の出現数及び出現状況からみて、ちようどこの産卵小区域に当つた場合と考えられ、1953年4月27～28日及び1953年5月10～11日の両調査は産卵小区域から比較的離れた地点で行われた例であつて、AAの著しい出現はみられず、遅いAaの出現はその産卵小区域からの拡散によつて調査地点に移動してきた卵群によるものであると考えられ、その出現数はともに低い。

7) 各 stage 別の出現分布からみて、各 stage になつてから次の stage に発育するに要する時間には長短があるものごとく AA, Ab の時間はごく短く、Aa, Ab は比較的長いものと思われる。

8) 卵の分布の問題については他にも調査を行つたので、その結果については後日報告するが、今

* 勿論 E. H. AHLSTROM も Table に掲げた温度と発育に要する時間との関係値について推論上の誤差として数時間は認めているからこの程度の相違は認めなければならない。

同の資料すなわち、産卵の時刻が特定の時間で且つ短時間であり、産卵水域が小区域であり、また採集卵群には1～3日前に放卵された卵も混合していることなどから採集卵のstageを考慮にいれない資料及び現行程度の粗い産卵調査資料から全産卵量を推定することは極めて危険といわなければならない。

9) 水温の日変化をみると、25, 50 m 層の水温ではあまり日変化はないが、0, 10 m での日変化は大きく、過期的な変動を示しており、0 m の較差は1～2°Cに及んでいる。したがって、現在何日間もかかつて実施した海洋観測調査結果について0, 10 m 層の等温線図から海況の水面分布について論じている例を見受けるが、この場合には充分注意する必要がある。

2. 游泳層の時間的変化とその日周期性

24時間観測中魚探を作動し、記録紙に記録されたマイワシ、ウルメイワシの魚群の映像の上端の深度をその魚群の游泳層として、10分おきにとつて、魚群の游泳深度の時間的変化を Fig. 9 に示した。

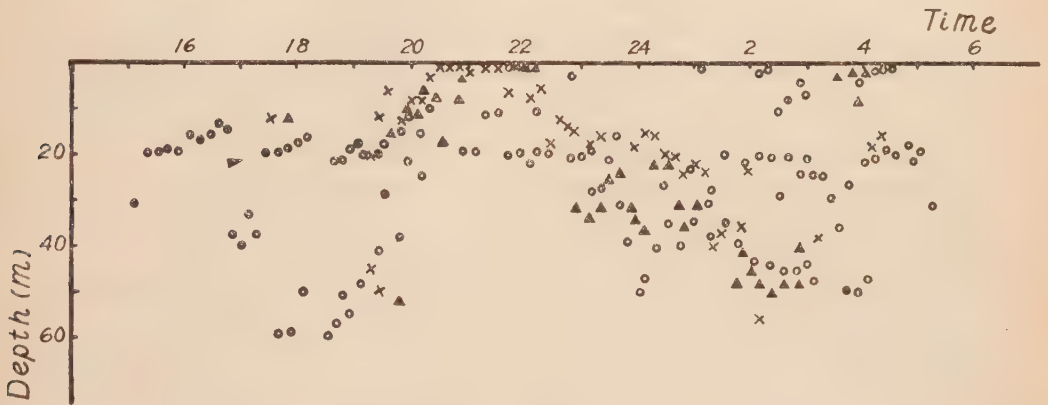


Fig. 9 Diurnal changes of the swimming depth of Sardine shoal. (1953)

×……April 25-26, ▲……April 27-28, ○……May 3-4.

(Ⅰ) 1953年4月25～26日(月令11.3日, 月出時間16時18分, 月没3時23分): 15～17時には魚群の映像はみられず, その後17時30分ごろに12～13m層に魚群がはじめて記録された。その魚群はその後記録されず, 18時36分に日没し日没後1時間して20 m 層と45～50 m 層の2層に魚群が記録された。毛釣によつて, 漁獲して上層群はマイワシ, 下層群はウルメイワシであることを確めた。その後上層のマイワシ群は時間の経過とともに急激に上昇をはじめ, 20時30分ごろにはほとんど水面附近に浮上した。その浮上状態は22時ごろまで続き, その後順次下降をはじめ, 23時には15～20 m に沈下, 翌日の1～2時にはさらに下降して20～25 m に記録された。その後2～3時には記録されず, 3時20分にウルメイワシと思われる群が35～40 m 層に記録され, 3時23分月没した。その後魚群は見られずまた4時20分頃から上層の15～20 m に記録され, 5時3分以後は全く魚群はみられなかつた。

(Ⅱ) 4月27～28日(月令12.3日, 月出時刻17時16分, 月没4時17分): 17時50分に12 m 層にマイワシ群が短時間出現しただけで, 長い間魚群は記録されず18時30分日没した。日没後約1時間して19時30分ごろに15 m と50 m の2層に魚群が記録され, 毛釣によれば上層はマイワシ, 下層はウルメイワシであつた。そのマイワシ魚群は引続き記録され, 時間の経過とともに游泳層は浮上し, 前回同様20～22時には0～10 m に記録された。22時～23時まで魚群は記録されなかつたが, 23時頃から前より深い20～40 m 層に引続きみられ, 翌朝の1～3時には40～50 m 層に記録された(これらの魚群はマイワシ, ウルメイワシいずれであるか不明である)。3時30分ごろから2～10 m 層にマイワシ魚群の浮上がみられ, 4時17分月没し, その後魚群は全くみられなかつた。

(■) 5月3～4日(月令19.3日, 月出時刻23時13分, 月没9時02分, 日没18時43分, 日出4時53分, 観測実施せず): 15時からマイワシ群は20～25 m 層に記録され, 17時ごろより20 m と50～60 m の2層に魚群が記録され, 上層はマイワシ群, 下層はウルメイワシ群であることを確認した。日没後約1時間の19時30分ごろから魚群は2～3層に分れ上層の群は順次上昇し, 中層の群は上昇することなくほぼ前と同じ游泳層を保ち, 下層のウルメイワシ群は浮上して20時ごろには中層のマイワシ群と游泳層が重なり 区別つかなくなつた。21～22時には上層群は水面附近に上昇し, 中層群は10 m 前後下層群は20 m 前後を游泳していた。上層のマイワシ群も22時以後は下降し, 中層の群と区別がつかなくなり, 23時30分から翌日の1時30分には30～50 m の深い層に記録され, 1時30分～4時ごろには明瞭に3層に記録され上層群は浮上して0～10 m 層, 中層群は20～30 m 層, 下層群は40～50 m 層に游泳していた。4時以後には上層の群は表面附近に上昇したが, その群は日出前30分前ごろから消え, その後は全く記録されなかつた。中, 下層の群も日出後は記録されなかつた。

また, 1952年4月～5月にわたり能登近海で調査した際の魚群の游泳層を時刻別に同様に Plot してみると, あまり明瞭ではないが, 20～21時ごろ游泳層がもつとも浅いことが認められ, midnight 前後になると魚群はまったく記録されなかつた。以上調査日における大羽イワシの游泳層の変化をみると, 日によつて出現の状況は多少異なるが, 15時ごろから日没後約1時間ごろまでは10～20 m 層を游泳している群が多く, その後魚群は浮上して20～22時ごろまでもつとも浅く浮上してほとんど水面附近まで上昇し, 22時以後また急に下降して23～2時ごろは20～50 m 層を游泳しており, 日出2～3時間前ごろからまた時刻同様浮上する魚群が認められる。昼間の游泳層については明かでなく, 夜間濃密に記録された海域及び流網で大漁があつた海域を翌日の昼間航行しても魚探の記録に出ることは比較的少い。総じて能登近海の4月～5月の大羽マイワシ魚群全てとはいえないにしても大部分の魚群は日没後浮上しはじめ20時～22時ごろに最も浮上してその後 midnight 前後には最も沈下し, また日出前2～3時間前から浮上し日出後沈下あるいは分散するものと思料され, 明かに日週期活動をしているとみてもよからう。ウルメイワシ群については明確のことは不明だが, マイワシ群同様な日週期活動をするものと推定される。また, ウルメイワシ群はマイワシ群よりも游泳層は深いものと考えられる。このことは内橋('53)が脳の *Saccus vasculosus* の形態から論じたことと一致する。

マイワシ魚群が夕刻に浮上することについての報告は他にないが, ニシンについては M. GRAHAM ('31), R. BALLS ('51) 等が指摘し, 漁業者も他の多くの魚種, 及びイカ等でこれを認めている。

以上今回の能登海域の大羽イワシについて游泳層の日週期的変化について述べたが, しかしながら游泳層は海域, 時期, 魚体の生理生態的条件, 気象学的, 天文学的条件等によつても相違があるから, これをもつてすべての場合に適合する決定的な事実とは考えない。

3. 夜間の行動

魚探の記録映像からみた夜間における魚群の行動について推論してみたい。もちろん記録映像からの推論であるから魚群の真実の行動とは多少異つているかも知れないが, この点は将来の研究によつて是正していきたい。

なお, 記録映像を全部載せるべきであるが紙面の都合上重要な部分のみ掲載することにした (Fig. 10)。前述の3回の記録及び他の資料から推定すると一般に大羽イワシ魚群は日中には分散游泳し, 魚探に記録されない状態にいる魚群と, 明確に群型を形成している魚群とがあり, 前者の群も夕刻から小群に密集をはじめ, 時間の経過とともにさらに密集し, その層も厚くなり日没後約1時間ごろからさらに密になり, 一部の魚群は上層に浮上し, その群はあたかも夏軒下である種の昆虫が生殖のため群飛するのと類似の乱游状態をしていると想像されるような印象を与える (Fig. 10 a-i, j-n)。この状態は調査時の20～22時ごろであつて, 22時以降はまた次第に分散沈下して魚群も薄くなり,

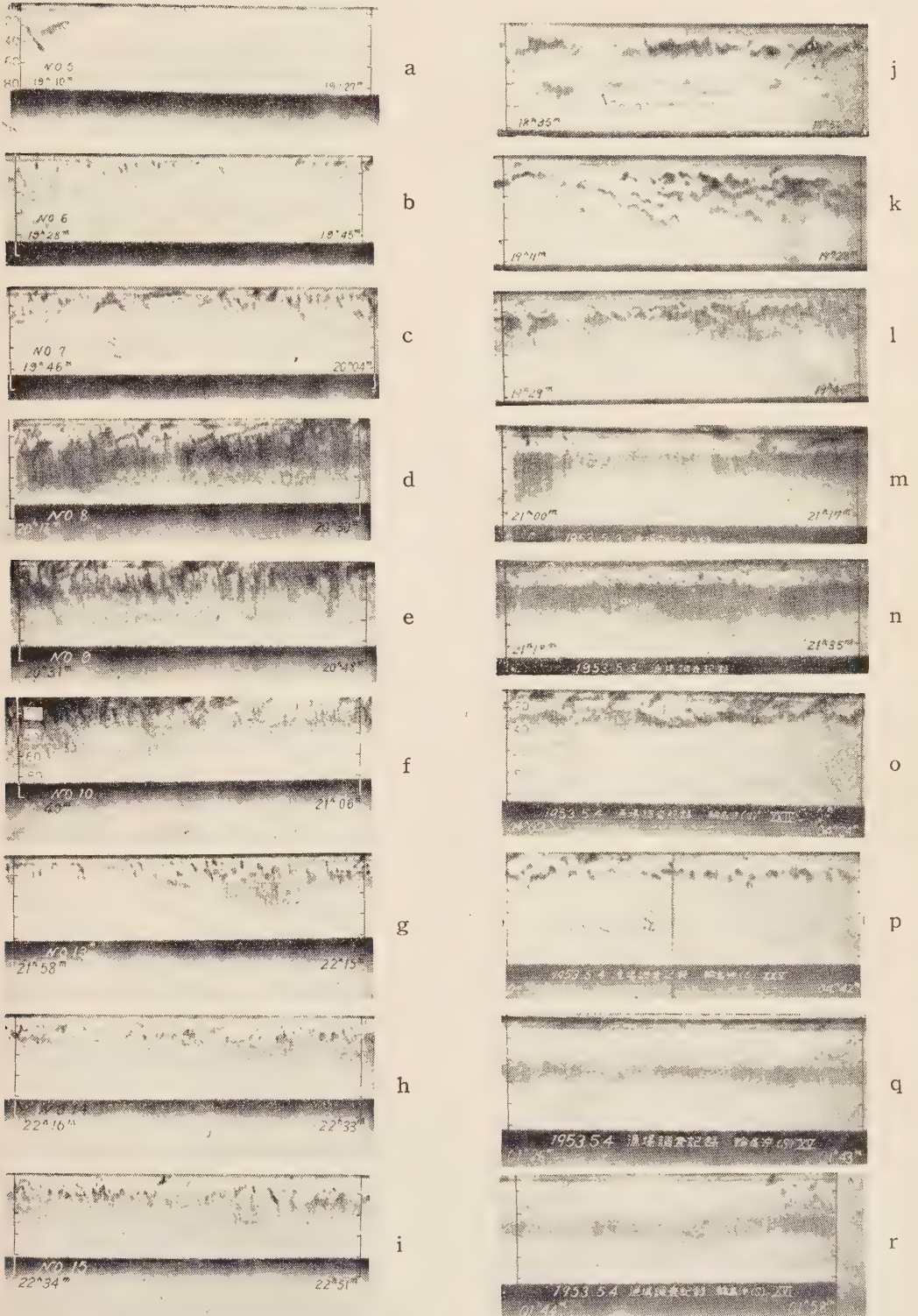


Fig. 10 Images of Sardine shoal.

a...i 19:10-22:51, April 25, 1953.

j...n 18:35-21:35, May 3, 1953.

o, p 4:07-4:42, May 4, 1953.

q, r 1:26-1:58, May 4, 1953.

midnight 前後には一定層に分散して帯状に游泳しているものと推定される (Fig. 10 q, r)。内橋 ('53) の主張による活動性の魚群が静かに游泳する状態を睡眠と名付けるならば、この時刻のマイワシは睡眠游泳をしているといえよう。

その後、日出前 1～2 時間ごろの薄明時には薄暮時後のように一部魚群は密集上昇し、(Fig. 10, o, p) 日出前後には分散して小群となり、その後はさらに分散して魚探記録に検出されない状態になる。今回は船を停止しての魚探記録であるが航行中には midnight 前後の分散静游時の魚群は記録されないと思われる。

以上の推論はわずか 3 回の調査記録及びその他の資料に基いてなされたものであつて、産卵期の大羽イワシ魚群がすべてこのような行動をするか否かについては即断はできない。しかしこれらの 3 回の記録からほぼ同様な記録を得たことには重要な意義があろう。したがつて、このように大羽イワシは日週期活動をしているものと推論し、産卵時期における能登近海の大羽イワシの行動を大別すれば次のようになるであらう。

1. 昼間一分散または密集
2. 薄明時—密集浮上乱游
3. midnight 前後—分散沈下静游

なお以上の点につき大波、古野、古野によれば、日中は中層に濃密に点々と群棲し、日没後 1 時間後には分散して帯状に分布して降下するようであると、横田によれば昼間は特有の魚群型をなして密集し、夜は群型をとくとと報告であるが、筆者等の夕刻時に観察した行動と相違がみられる。

IV 総 括

能登海域における 4～5 月の主産卵時刻は 20～22 時ごろと推定されるが、その産卵時刻における魚群の行動から、この時刻は魚群がもつとも浅く浮上し、乱游状態をしているときであり、産卵行動はその浮上、乱游状態のとき行われるのではないかと推定される。魚群の游泳層、行動は明かに日週期的に変化していることは前述の通りであるが、さらに産卵及び薄暮後の浮上乱游時間は大体日没後 2～3 時間後に一致し、薄明前の浮上時間は日出前 2～3 時間前である。だからこのような魚群の日週期活動は照度の日週期的変化と関聯しているようである。よつてマイワシに日週期活動を誘起する要因の一つとして太陽照度のもつとも重要なものであり、月光、潮汐、水温、天候、餌量等は副次的な因子として作用する場合が多いのではないかと考える。照度は天候、季節、位置、海中濁度、等によつて異なるから、魚群の日週期活動もそれらによる照度の変化によつて多少変つてくるだろう。したがつて、今まで産卵時刻、行動等について時刻をもつて論じて来たが、このような生態をより正しく表現するためには時刻をもつて論ずるだけでなく、水中照度をも測つて表現する方がより妥当性を有するのではないかと考える。外界要因とくに照度の週期性は魚の内在的な生活機能の週期と共に外面的な週期性となると考えられるので、産卵が特定の時刻に行われるものと考えたい。また、マイワシ流網操業は一般に日没後 30 分～1 時間後に投網され、22 時頃に揚網するものが普通で、それ以後長時間網を流しておいても羅網は少いといわれており、また日出前にも多少羅網することである。したがつて、羅網時間と密集、浮上乱游時間とはほぼ一致するようである。この故に筆者等は魚群が流網に羅網しやすいのは前述のような生態を示しているときであらうと考えている。近年、山口県下で所謂昼間刺網操業のような新しい漁法もあるが、これもマイワシの日週期活動の早朝の生態を利用した漁法の一つであらうと考えている。山口県下の昼間操業は主として 8～10 時であるが、游泳水深は深く照度も弱いため、漁獲水層の照度は石川県下の薄明時の 20～30 m の水中照度と等しいかもしれな

い。大羽イワシ群がこのような日週期活動をしているならば、現行の流網作業のように帰港後漁獲物を1尾ずつ手で取りはずすために多大の労力を必要とし、また魚肉の鮮度低下を来するような能率の低い漁法から転換して、浮上密集期、静游期等の視覚のきかないと思われる時の魚群を高能率の中層トロール、中層手操網等によつて漁獲することも可能と信ずるものである。その実現こそ実に意義あるものと思料し、今後この方面の調査研究を進める予定である。

文 献

- 古川三男 ('38) 鯷の生活 長崎の水産 No. 8
- 中井甚二郎 ('53) 昭和24—26年鯷資源調査経過報告 (謄写刷) 東海水研
- 早野孝教 ('53) いわし資源調査報告書 (謄写刷) 西海水研
- AHLSTROM, E. H. ('50) Influence of temperature on the rate of development of Pilchard egg in nature. Special Scientific Report. Fisheries. No. 15.
- 大渡敦・古野清孝・古野清賢 ('53) 魚群探知機の記録からみたイワシ群の生態 日水学誌 Vol. 18. No. 12
- 横田滝雄 ('53) 日向灘、豊後水道のイワシ群の研究 南海水研報 No. 2
- 内橋潔 ('53) 脳髓の形態より見た日本産硬骨魚の生態学的研究 日水研報 No. 2
- 小林久雄 ('44) 真鯛人工孵化の研究 海洋の科学 Vol. 4 No. 7
- RUSSELL, F. S. ('26) The vertical distribution of marine macroplankton. II. The pelagic young of teleostean fishes in the daytime in the Plymouth Area, with a note on the eggs of certain species. Jour. Mar. Biol. Assoc. Vol. XI
- SILLIMAN, R. P. ('43) Thermal and diurnal changes in the vertical distribution of eggs and larvae of the pilchard (*Sardinops caerulea*). Jour. Marine Research. Vol. V No. 2.
- 伊東祐方・山口和春・伊藤勝千代 ('51) 日本海北部に於ける洄游性魚類の資源調査 日水研報 No. I
- GRAHAM, M. ('31) Some problems in herring behaviour. Jour. Du Conseil. Vol. VI. No. 2.
- BALLS, R. ('51) Enviromental changes in herring behaviour: a theory of light avoidance, as suggested by eco-sounding observations in the North Sea. Jour. Du Conseil. Vo. XVII, No. 3.

Résumé

1. The spawning time of Japanese sardine and the nocturnal behaviour of its shoal were studied on the results of the four investigations carried out in the springs of 1952 and 1953 in the Noto Sea Area, Japan Sea.
2. The sardine eggs were collected dy 50 meter vertical haul through 24 hours with No. 3 Müller gauze plankton net (45 centimeters in diameter).

The eggs in the earliest developmental stage (stage AA) were collected in great quantities in rather short time: 20 to 24 o'clock both on May 25—26, 1952, and April

25—26, 1953 (Figs. 2 & 4).

Since the duration of stage AA is recorded some 2 hours, the spawning of the fish is considered to have taken place from 20 to 22 o'clock.

The spawning time was also estimated from the appearances of the more advanced stages of egg: Aa, Ab, Ac, etc. with the time required to reach respective stage at the temperature of 10, 25 and 50 meter depth (Figs. 1—8). It was found to be limited to the time range mostly from 20 to 24 o'clock, pretty well coinciding with the above result.

After all, the spawning time of Japanese sardine in the Noto Sea Area is conceived to be 20 to 22 o'clock.

3. From the data obtained on April 27—28 and May 10—11, 1953 (Figs. 6 & 8), it was conjectured that the space where a sardine shoal spawns is relatively narrowly restricted and the so-called spawning ground is scattered over with these spawning spaces, and that the spawned eggs are dispersed and transported from the spawning space by eddy turbulence.
4. The investigation on the nocturnal behaviour of sardine shoals was performed with a recording echo-sounder in the same period (Fig. 10).

In the daytime scarcely any images of fish shoal was recorded, presumably by disintegration of shoal.

But from the evening to the midnight, it was noticed that fishes aggregate in small swarms and rise to the surface (Fig. 9). From 20 to 22 o'clock the sardine shoal floats almost just beneath the surface, at the same time showing the thickest density of the swarms. This concurs, in addition, with characteristic rising and sinking movements of the swarms. After that the shoal inclines to sink, the swarms becoming less dense. From 0 to 3 o'clock, next day, the swarms are disintegrated, the fishes seeming to be uniformly dispersed and their swimming layer to be deepest.

The similar floating behaviour of the shoal was also observed at dawn.

It may be interesting that the time of the shallowest float of shoal and of the thickest density of swarms is coincident with that of spawning. We think, therefore, the sardines spawn during the rising and sinking movements of the swarms.

日本海カレイ類 4 種の産卵

大 内 明

Breeding of some species of flat fish in Japan Sea

Akira ŌUCHI

日本海の重要底魚類の産卵期については、以東底魚資源調査要報 Nos. 2, 3 日水研 ('50, '51) に資料として掲載され、その大要を知ることができるが、そのうち、資料の不足で決定的な結論を下し得ない場合が多いが、そうはち、ひれぐろ、むしがれい、あかがれい等について、ほぼ見通しがついたので、現在までに推定された結果を報告する。底魚類（とくにカレイ類）の産卵は今まですでに種々報告されているごとく、その盛漁期とほぼ一致するようで、冬期から春期の間に行われている。

産卵の時期及び魚群の産卵場所について知ることは、stock を論ずる場合においても肝要な課題であり、今後さらに多くの資料によりこの問題について検討したいと思つている。

材 料 及 び 方 法

資料は昭和22～24年、旧香住分場において調査した資料と、同26年、香住、浜田各港において、以東底魚資源調査の一環として採集したもので、日本海以西海域（兵庫県以西）のかれい類である。

推定方法は、卵巣（精巣）重量の時期別トレースと、検卵の両面から行つた。昭和22～24年の資料における熟度は、以東底魚資源調査要報 Nos. 2, 3（日水研）のものをを用い、昭和26年は Table 1 に示す基準によつた。なお、卵径による方法も、種々の面で不都合なことが多い（例えば年令等による卵径の変異）が、一応の指針を設けた。なお産卵後と思われる個体でも、未熟と記載されている場合があるが、産卵の最盛期から産卵後のものであることは明かである。（もちろん、この場合は生物学的最小型以上についてである）ここで放卵後とは、卵巣空洞状を呈し、卵巣大型のもので、むしろ放卵直後のものである。

なお、生殖腺は、いずれの場合でも、4%ホルマリン固定後処理を行つた。

Table 1. 検鏡による卵の成熟段階区分

魚 種	熟 度	未 熟	半 熟	熟	完 熟	放 卵 後
ソウハチ <i>Cleisthenes herzensteini</i> (SCHM.)		卵巣小さく 卵核の見えるもの	0.3～0.45	0.45<	透 明	卵巣大きく空洞 をなし卵巣黒色 を帯びるもの
ムシガレイ <i>Eopsetta grigorjewi</i> (HERZENS.)		〃	0.5>	0.5<	〃	〃
アカガレイ <i>Hippoglossoides dubius</i> (SCHM.)		〃	0.6>	0.7～0.9	〃	〃

A. ヒレグロ

産卵期の推定

(1) 生殖腺重量の変化

Fig. 1 は体重 (W) と生殖腺重量 (WG) との係数 $R(\frac{WG}{W} \times 100)$ の変化を月別に求めたのであるが、これにより明かなように、雌について 2 月上旬から係数 5 以上の個体出現する。2 月中旬からはこの係数は急激に増大し、12 までの個体が増加してくる。このような状態は 3 月まで続くが、4 月中旬からはその係数は極大値に達し、係数が 23 に達するものも出てきて、産卵の盛期を思わせる。4 月下旬には係数は急激に減少して、3 以下の値になつてくる。

雄については資料が少ないため、詳細は解らないし、また雌のごとく顕著に重量の変化がないので、速断はできないが、雌とほぼ一致し、4 月中旬に係数 4 以上の個体が現われる。雄は早期から、精巣が増大し、産卵の盛期においても、それほど大きな値を示さない。5 月上旬になると、小さな値を示し、放精を終えたものと思われる。

(2) 成熟卵の出現

昭和22年10月から24年5月までの資料について、熟卵の出現を調べると、(以東底魚資源調査要報 Nos. 2, 3 号, 日水研, '50, '51) 雌の成熟個体は 23 年 3 月下旬に 9 尾 (12.8~25.2 cm), で同時に放出後の個体 1 尾が現われている。4 月中旬から

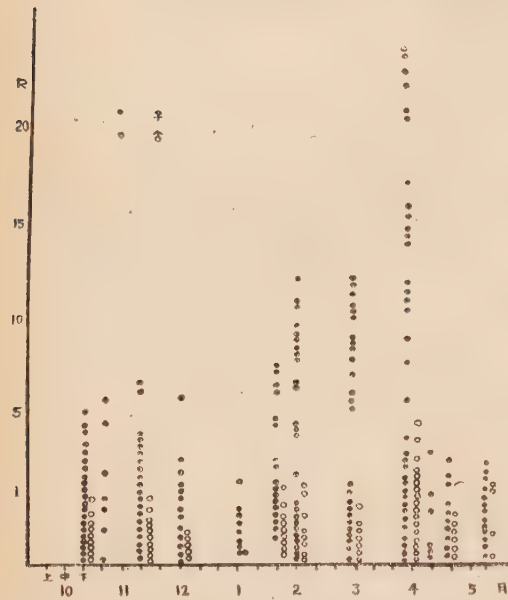


Fig. 1 ヒレグロの成熟度係数 (R) の月別変化

下旬にかけては、成熟個体及び放卵後と認められる個体が最も増加し、成熟個体は13尾 (13.7~34.5 cm), さらに放卵後のものは14尾 (15.5~25.8 cm) 現われていて、産卵の盛期を出現している。5 月になれば成熟個体は 1 尾のみで、放卵後の個体のみとなつている。

次に23年10月以降についてみると、雌の最初の成熟卵は 1 月下旬で、3 尾 (15.3~17.5 cm), さらに 3 月上旬ごろまでは、成熟個体が19尾 (14.5~24.7 cm) も出現しているに対して、放出後の個体は現われない。この成熟群は直ぐに産卵するものとは思われず、3 月中旬ごろから産卵を始めるものと思う。しかし、これは年によりその環境等の変化が生理的にもたらす原因により早晚はあるが、比較的安定していて、放卵も一時的に行われているものと思われる。

3 月中旬から 4 月下旬に至り、12 尾 (12.6~25.5 cm), 放卵後の個体が 5 尾現われている。

さらに24年10月から25年3月までについて考察すると、10月下旬には、雌について、1 尾放卵後の個体 (24.8 cm) が出現し、11月下旬には成熟魚 9 尾 (20.1~25.3 cm), 放卵後 3 尾 (26.2~29.7 cm), 24 年12月中旬に放卵後の個体 2 尾 (20.8~26.8 cm), 25 年 2 月初旬には、成熟 1 尾 (22.8 cm), 放卵後 4 尾 (23.5~24.2 cm), 3 月中旬には 100 尾の個体のうち、14 尾 (16.0~37.7 cm), 放卵後 9 尾となり、月の進むにつれて、産卵個体が増加し、3 月下旬まで 23 尾が、産卵中か、産卵後の個体で、22, 23, 24 年と同じ傾向を示している。24 年は早期から成熟個体、放卵後の個体が出現して、異状を示している。

以上は雌についてであるが、雄について、同様見てみると (以東底魚資源調査要報 No. 2, '50,

65, 66頁), 昭和22年10月から, 23年5月までは, 12, 1, 2月の資料がないため, 不明ではあるが, 3月下旬に放精後の個体が29尾 (10.1~22.4 cm), 成熟個体が31尾 (12.2~19.8 cm), 同4月中, 下旬にかけて, 成熟個体が6尾 (13.7~22.0 cm), 放精後の個体は213尾 (10.9~25.1 cm), 5月に入ると成熟個体は現われず, その殆んどが放精後の個体で, 23尾 (13.6~24.3 cm) となっており, 4月がその盛期と思われる。

これを23年10月から, 24年5月までさらに調べて見ると, 10月下旬になつて, 成熟個体2尾 (13.4~19.0 cm), 11月も同様出現が少いが, 2月中旬から下旬にかけて13尾 (13.0~20.0 cm), 3月には8尾 (12.4~19.8 cm) であるが, 4月に入ると, さらに増加して成熟個体は29尾 (12.4~20.5 cm) となつている。以上のように, 成熟, 放精後の出現は, 雌とほぼ同じように現われる。

産卵場の推定

ひれぐろは日本海西南海域の隠岐島周辺から対馬沖合にわたる間に広く分布している。この消長をみると, 漁期の前半は, 隠岐島周辺が最も漁獲が多く, 後期においては, 浜田, 見島沖とも漁獲が増加する。22年~24年までの資料で成熟の個体, 及び放出後の個体が出現している漁場は, 東経 $128^{\circ}40'$ より同 132° にいたる広範囲な間である。また, 昭和24年の資料で漁期の前半の成熟群の現われる漁場は, 隠岐北東沖であつて, 前2者の漁場より産卵が早く行われるであろうと推論される。

成熟最小型

前述した成熟, 産卵後, 放精後の個体について, 生物学的最小型を考察すると, 雄は10 cm 前後, 雌は13 cm 前後から成熟群に加わる。したがつて, 雌に比べて, 雄は, 成熟体長は小さい。

B. アカガレイ

産卵期の推定

(1) 生殖腺重量の変化

成熟体長以上について, 成熟度係数 (R) を月別に考察すると, 成熟過程が窺われる。資料は3月

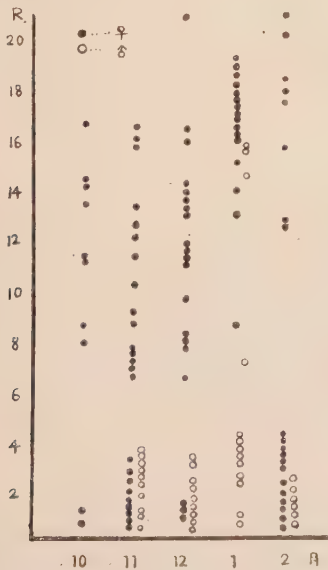


Fig. 2 a

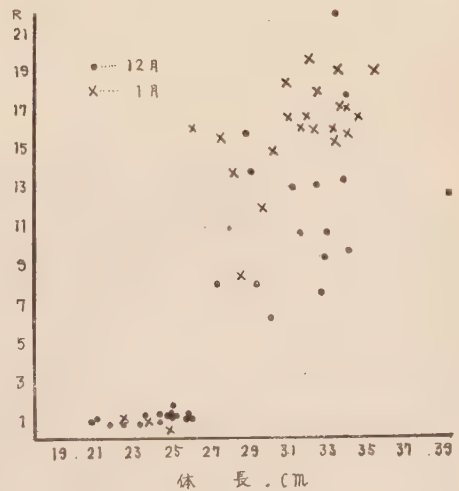


Fig. 2 b

Fig 2. a アカガレイ成熟度係数 (R) の月別変化

Fig 2. b アカガレイ成熟度係数 (R) の体長別変化

以降及び10月以前がないため、10月から翌年2月までの5カ月間について調べた(昭和26.10~27.2)。雌についてみると、10、11月は26 cm以上の個体は、係数3以下の個体と、6以上の個体とに判然と別れ、発達しない個体も出ているが、大約半数以上の個体が生殖腺の発達を見ている。

次に12、1月の時期を見ると、26 cm以上の個体のうち、殆んどが係数6以上に発達し、前2期に比して、係数の増大がみられ、とくに1月は係数15以上の個体が多く出現する。さらに2月に入ると、26 cm以上の個体で、係数4以下の個体が出現し始め、産卵後と思われる個体の増加がみられる。以上の重量の変化は、1月及び2月がその山となつてゐるが、2月に入ると、一部係数の小なる個体が現われる。雄については、資料が少いため、詳細はわからないが、これについてみると、12月までは変わらず1月になると急激に増大して極大値に達する。2月に入ると、すべて3以下の個体のみとなり、放精後と思われる個体のみとなる。以上の如くほぼ雌の生殖腺重量の変化と一致し産卵の盛期が窺い得る。

成熟卵の出現

以上昭和26年度の資料について、成熟卵の出現をみると、11月から一部完熟卵を有するものが出現し、また産卵後と思われる個体も見られるが、その大半は1月中旬すぎから2月にかけて出現する。2月に入ると、放卵後の個体が見られる。

Table. 2 隠岐島周辺漁場からとられた、アカガレイの成熟度(昭和26年度資料)

月別	未 熟	半 熟	熟	完 熟	放卵後	計
10	3	3	5			11
11	14	7	7	2	1	31
12	4	5	9			18
1		1	22			23
2	6		6	2	6	20

また昭和22年の資料についてみると(以東底魚資源調査要報 Nos. 2, 3)

漁期の前半すなわち10~12月は雄の成熟魚出現が高いが、2月中旬にいたり成熟、または産卵後と思われる個体が増加する。以上のことから産卵は比較的短期間で1月から2月の間と思われる。3月以降については、大型魚の出現が少く、鮮明でないが、雄の多くの

個体が放出後(以東底魚資源調査要報 No. 2, '50, p. 61)であることから、3月以降産卵は行われないものと思われる(夏季間は不明)。

北海道群では、産卵期が4~6月であり、日本海群に比して遅い、(北海道区資源調査要報 No. 3 北水研, '52)

成熟最小型

Fig 2b で熟度係数が産卵の盛期にもかかわらず、低く未発達の状態を示す体長群を生物学的最小型とすると、雌は26 cmを境として卵巣が急激に発達している。この結果は成熟度調査の結果とも一致している。雄について14 cm前後から、すでに成熟している個体が認められ(以東底魚資源調査要報 No. 2, p. 61)かなり若年から産卵群に加わるものと思われ、雌雄による差は大きい。北水研で調べた結果によれば、雌は27 cmで、ほぼ一致しているが、雄は24 cmとなつて、可成り大きな差が認められる。

産卵場の推定

あかがれいはい、隠岐島周辺が主要漁場で、さらに日御崎沖から浜田沖にわたつて漁獲がみられる。前者は漁期を通じて消長は見られず、後者は漁期の前半期(9~12月)は少く、後半の2月前後に漁獲がみられるが少い。

昭和24年、26年の資料から熟卵を有し、また放卵後の個体が多く漁獲されている場所及び魚群の密集状態から、産卵場を推定すると、隠岐島周辺から浜田沖にいたるかなり広範囲にわたつて産卵が行

われ、極部的な場所にのみ集つて産卵するものとは思われない。昭和26年の資料からは、隠岐島周辺漁場群はかなり早く産卵するものもあり、11月に放卵後の個体が採集されている。

C. ソウハチ

産卵期の推定

(1) 生殖腺重量の変化

Fig. 3a は昭和26年9月から、27年4月までの期間、生物学的最小型以上の群について、熟度係数(R)の月別、旬別の変化を現わしたものである。

卵巢は10月から重量が増加し産卵のための準備期に入る。11、12月に入ると、1部係数の小さなものもあるが、20cm以上の個体については係数が増大してくる。さらに1月に入ると、同一体長範囲でその最大値を示してくる。2月、3月に入るとさらに発達し、係数は極大値を示す。この2月を境にして3月に入ると、体長の大きな群で係数3以下の個体が急激に増加してきて産卵の盛期を思わせる。

4月に入ると、その殆んどが3以下の値を示して最小

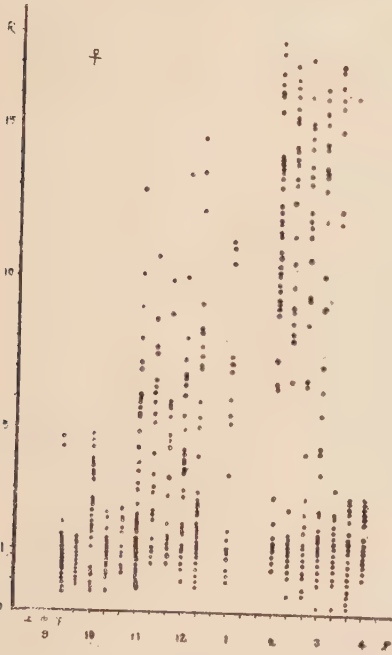


Fig. 3a ソウハチの成熟度係数 ($\frac{\text{生殖腺重量}}{\text{体重}} \times 100$) の月別変化

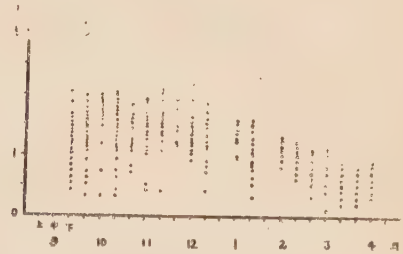


Fig. 3b ソウハチの成熟度係数 ($\frac{\text{生殖腺重量}}{\text{体重}} \times 100$) の体長別変化 (♀)

値となつている。ここで2月の盛期に22 cm以下で未熟の状態を示す係数の小さなものもみられるが、この群は、産卵の盛期から推して、産卵を済ませたものであると想像される。

雄については、雌にみられるように、生殖腺の急激な変化はなく、9月からすでに発達し、そのまゝの状態を12月まで持続している。しかし1月以降は小さくなり、とくに3月下旬以降は1以下となつてくる。ここで、重量変化の傾向は12月以前と、1月から3月中旬まで及び3月下旬以降に分けることができる。すなわち、1月から3月中旬は、放精中の個体の出現を意味し、3月下旬以降はすでに、産卵行為を行つた後と思考される。

(2) 成熟魚の出現

重量法による産卵期の推定以外に、検卵の結果からも成熟度を調べた。Table 3 は昭和26年10月から4月までの資料について、未熟、半熟、熟、完熟、放卵後の5段階に分け各々の出現について考察した。

各月を見ると、熟卵及び完熟卵を有する個体の出現は、2月、3月が多く、重量法による卵巣重量の極大値を有する月とほぼ一致する。3月に入ると、放卵直後と思われる卵巣の長く、かつ中空をなす個体が多く現われている。Fig. 3bを見ると、体長18 cmから23 cmまでの間で未熟と思われる個体が出現しているが、果して未熟のまま終つたものか、成長のよい若年であるのか不明である。4月に入ると、殆んどが未熟か、産卵直後のものと思われる個体が増加する。さらに10月から2月まで

Table 3. 日本海西南海域からとられたソウハチの成熟度 (18 cm 以上の雌のみについて)

a……未熟, b……半熟, c……熟, d……完熟, e……放卵後

昭和26年度資料

漁 場	月 日	成 熟 度					出 現 体 長 範 囲 (cm)				
		a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
浜 田 沖	10.11.1951	15	4			2	18.5~20.7	18.7~22.3			22.1~23.2
〃	〃	4	2			2	19.5~20.0	20.9~21.4			22~23
〃	10.21.1951	13					18.5~20.0				
日御崎沖	11.13. 〃	9	3				18.7~22.1	23.1~24.1			
浜 田 沖	〃 15. 〃	10	9	2	1		18.2~27.3	22.0~28.9	25.8~30.2	29.0	
対 馬 沖	〃 25. 〃	3	13	2			21.0~21.1	22.9~29.7	23.0~24.6		
〃	12. 5. 〃	3	6	2			18.6~21.4	20.7~23.3	21.2~21.1		
〃	〃 14. 〃	13	7			2	18.2~20.0	18.5~28.3			21.3~32.4
浜 田 沖	〃 20. 〃	7	5	4		1	18.8~23.7	24.2~19.2	22.4~31.4		25.9
〃	〃 25. 〃	12	7				19.1~18.5	28.4~23.8			
対 馬 沖	1.15.1952	6	6	3			20.6~20.8	19.8~25.8	27.5~27.8		
〃	2.16. 〃		2	22				20.9~24.9	18.3~30.2		
〃	〃 18. 〃	3	3	9	5		19.0~20.3	20.7~24.6	21.1~28.1	21.8~26.5	
〃	〃 22. 〃	1	2	13			20.2	19.8	18.6~30.4		
〃	〃 27. 〃	15	1	8			20.6~20.8	19.8~25.8	27.5~27.8		
〃	3. 5. 〃	9	6	15		1	19.1~25.8	18~19	19.8~36.7		36.7
〃	〃 11. 〃	12	3	5		4	18.4~22.7	20.4~20.7	20.9~31.7		21~23.3
〃	〃 14. 〃	19				2	18.7~22.7				25.8~28.2
〃	〃 19. 〃	10	1	10		2	18.2~21.8	20.4	18.9~31.1		27~31
浜 田 沖	〃 30. 〃	9	6	15		1	19.1~25.8	18~19	19.8~36.7		36.7
日御崎沖	4. 5. 〃	18				1	18.9~24.1				27.2
〃	〃 10. 〃	9				7	18.7~25.0				19.6~36.4
浜 田 沖	〃 14. 〃	14				6	18.1~26.7				31.8~35.4

の産卵前期についてみると、10月中旬ですでに産卵を行つた個体が4尾も現われていることは見逃せない事実で、11、12月にも熟卵、完熟卵を有する個体、また放卵後と思われる個体も出現している。

以上でその盛期は2、3月の短期間と推定されるが、非常に早く産卵を行う群もあることは事実である。

以上の結果は昭和22年～同24年の資料について（以東底魚資源調査要報 Nos. 2, 3, '50, '51）でも窺い知ることができる。しかし、早期に熟卵を有していても直ぐ産卵されるとは思われないが、22年10月31日に雌1尾が熟卵を有しており、また半熟と思われる個体も非常に多いことから、かなり早い個体もあることを物語っている。（以東底魚資源調査要報 No. 2, p. 61, 日水研），年による産卵期のずれ、また漁場により早晩はあると思われるが、概して一定しているものと思われる。

成熟最小型

Fig. 3b は体長別に現わした係数の変化であるが、産卵の盛期にもかかわらず卵巣の肥大せぬ限界体長は、雌では18 cm で検卵の結果とも一致していることから、18 cm 以上の個体は、成熟個体と見做すことができる。

また雄については（以東底魚資源調査要報 No. 2, p. 61, 日水研），11.9 cm ですでに成熟していることが認められているが、普通12, 13 cm と推定される。したがって、成熟年令群は雌で3才以上、雄では2才以上となり、雌雄により1才のずれがある。これは平松（'49）が、ムシガレイについても、雄は雌に比して1才若く成熟することを認めている。ソウハチは、雄で4才以上の個体は少く、ほとんど漁獲されないところから、生存年令は雌に比して短いのでないかと思われる。

さらに雌雄について時期的にみると、前述したごとく、雄は11月頃より相当成熟した群を有し、雌に比して早熟である。また、4、5月になつても、一部熟している個体が認められることから、雄は早熟であり、かつ遅くまで産卵行為を有するものと思う。

産卵場の推定

(1) 魚群の密集

そうはちの産卵は2、3月に行われるものとする、この間における魚群の密集と、産卵の行為とが関聯あると仮定する。漁場は隠岐島周辺と、日御崎、浜田、さらに対馬沖に区分することが出来る（底魚資源調査要報 No. 3, '51, 日水研）。隠岐及び日御崎群は、漁期の前期にかなりの漁獲が見られ、後半は漁獲が少い。これに反して、浜田、対馬沖漁場は、産卵の盛期には魚群が密集され、とくに雌では成熟個体が増加する傾向が見られる。この魚群の消長から、産卵場は、浜田から対馬沖にかけてで隠岐島周辺漁場はこの面からだけでは、余り産卵は行われないものと思われる。

(2) 熟卵及び産卵後の親魚

熟卵及び産卵後の親魚が漁獲される漁場は Table 3 に示すごとくである。日御崎沖から以西対馬沖合海区まで全般的に漁獲されているが、とくに浜田沖から見島沖にかけては、かなり多くの個体が漁獲されている。熟卵を有する個体が漁獲される漁場が必ずしも産卵場とはいいい得ないが、一応の目安になると思う。

隠岐島周辺漁場においては、昭和24年10月31日に熟1尾（24.1 cm）及び半熟と思われる個体が1尾（26.1 cm）が漁獲され、同11月13、21日は雌の半熟個体1尾漁獲されている。然し個体数が少く、かつ産卵盛期に成熟群が漁獲されていないので不明であるが、現在漁獲が行われている漁場では産卵は行はれないものと思う。

また体長をみると、隠岐近海は1才魚と思はれる、8、9 cm の群及び2才魚の12、13 cm の群が主要組成をなしている。浜田～見島沖にかけては、産卵の盛期に、産卵群が可成りの組成を示している。浜田～見島沖にかけて産卵が行われるものとする、この海区で若年群が漁獲されるのは当然で

あるが、隠岐島周辺で若年魚が主要組成をなしているのということは、洄游が広く行はれないという仮定の下では不合理である。果してここに産卵場があるのか、卵及び稚子が、潮流により流され、この漁場に棲息されるものかは不明で、今後の調査に俟たねばならない。

D. ム シ ガ レ イ

この資料は昭和26年浜田港に水揚げされたもので、主として二艘曳機船によつたものである。

産 卵 期 の 推 定

(1) 生殖腺重量の変化

成熟群以上について、係数 (R) の月別に現わしたものが Fig. 4a である。

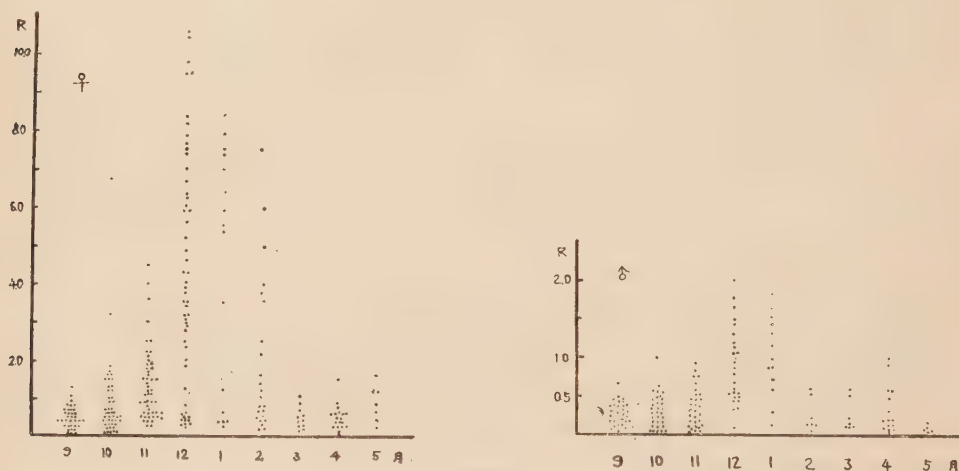


Fig. 4a ムシガレイの成熟度係数 ($\frac{\text{生殖腺重量}}{\text{体 重}} \times 100$) の月別変化



Fig. 4b ムシガレイの成熟度係数 ($\frac{\text{生殖腺重量}}{\text{体 重}} \times 100$) の体長別変化 (♀)

これによると卵巢重量の変化は、12月から急激に増大し、係数10以上の個体が現われる。同じように1月にも増大が認められ、係数2以下の個体が減少し、ほとんどが大きな値となり極大値に達する。さらに2月に入ると、係数2.0以下の個体の出現を見、全般的に12、1月に比して値が小さくなってくる。3月に入れば、放卵後の個体のみとなり、係数1以下となる。以上からみて産卵の盛期は2月であると推定される。次に雄についてみると、9～11月は係数の殆んどが1.0以下を示しているが、これに反して12、1月は10以上の個体が急激に増加してくる。さらに2月に入ると、9～11月の期と同じように1.0以下を示す。この傾向は、雌の場合とほぼ一致する。

Fig. 4b は雌について係数 (R) を体長別に現わしたものであるが、卵巢は18 cm、を境として急激に上昇している。この体長を生物学的最小型とするならば、そうはちの場合とほぼ一致している。ただ

し 22 cm まで係数 (R) 1.0 以下の個体も相当現われてくるが、この群は年令的に若い未熟群か、産卵後の個体であるのか、不明である。平松 ('49), は対馬沖、済州島沖の諸群について、産卵は主として 2, 3 月としており、日本海群とほぼ一致する。生物学的最小型についても、平松は雌について、18 cm の 3 才魚とし、筆者の結果と一致する。

(2) 成熟、放卵後の親魚

昭和24年11月中旬、浜田沖海区で成熟個体 7 尾 (24.4~31.2 cm), さらに放卵後の個体が 3 尾 (27.4~31.4 cm) が漁獲されている。また昭和26年11月中旬にも、同じく放卵後の個体 1 尾 (34.3 cm) が採集され、かなり早い群も見られるが、2 月~3 月上旬にかけて成熟魚、または放卵後の個体が多く現われる。

結 語

日本海西南海区における、ヒレグロ、アカガレイ、ソウハチ、ムシガレイ等の産卵について推定を試みたが、要点次の通り。

(1) ヒレグロ

年による変動も考えられるが、産卵の盛期と思はれるのは、初春の 3 月中旬から 4 月中旬の比較的短い期間と推定される。隠岐島周辺漁場においても産卵するものと思われるが、主として見島北方漁場と思われる。産卵群に加はるのは雄では 10 cm, 雌では 13 cm, 各前後に現われていて、一般に成熟が早い。

(2) アカガレイ

産卵の盛期は、冬期の 1 月中旬から 2 月中旬と思われ、中には早い群も見られる。産卵されるのは、主として、隠岐島周辺と思われるが、極限されることなく、広範囲にわたって産卵される。雌は 26 cm, 雄は 14 cm から成熟群に加はり、性による成熟体長の差が大きい。

(3) ソウハチ

年により非常に早く産卵する群も見受けられるが、盛期は 2 月から 3 月までと推定され、比較的短期間と思われる。主産卵場は浜田沖から見島沖の海域と思われるが、隠岐島周辺における漁場で産卵するものかどうか不明で、今後の調査にまたねばならない。個体による変異はあるが、大凡雌は 18 cm, 雄は 12 cm で成熟群に加わり、雌雄により 1 才の差異を示す。

(4) ムシガレイ

むしがれいの産卵盛期は、2 月と思はれ、3 月以降になると、放卵後の個体が増大してくる。雌の成熟体長は 18 cm と思われ、雄については不明である。

参 考 文 献

- 底魚資源調査要報 (1950, 1951); 日本海区水産研究所 Nos. 2, 3
北海道区資源調査要報 (1952); 北海道区水産研究所 No. 3
平松達男 (1949); 東支那海産ムシガレイの資源的考察 その 1 福岡水試報告

鱗によるソウハチの年令及び成長

大 内 明

Age and growth of the flat fish, *Cleisthenes herzensteini*
(SCHMIDT) by scale measuring.

Akira ŌUCHI

カレイ類の年令については、これまでのところ、耳石、脊椎骨に現われる形質によつて行われ、鱗によるものは、平松（'49）がムシガレイについて行つてゐる他は、余り見られない。筆者は鱗に現われる形質により査定を行つた。鱗は魚体から採集する時でも比較的簡易で、かつ経済的に見ても安価であるので、これができ得れば幸と思つたが、結果的には幼年魚は漁獲操作中に、鱗が剥離したり、所定の場所に、鱗がなかつたりして、種々支障をきたした。しかし年令についてはほぼ見通しがつき可能と思われるので、ここに報告する。

なお、当初の計画では、耳石と鱗を同時に比較しようと思つたが、若年魚において、同一箇所からの鱗の採集ができなかつたので、資料の充実次第、追つて報告する。

本資料の採集にあつて、厳寒の折、現場において苦勞された小西岩一氏に謝意を表する。

材 料 及 び 方 法

この資料は1951年9月より、52年4月まで、香住（兵庫県但馬地方）において、資源調査の一環と

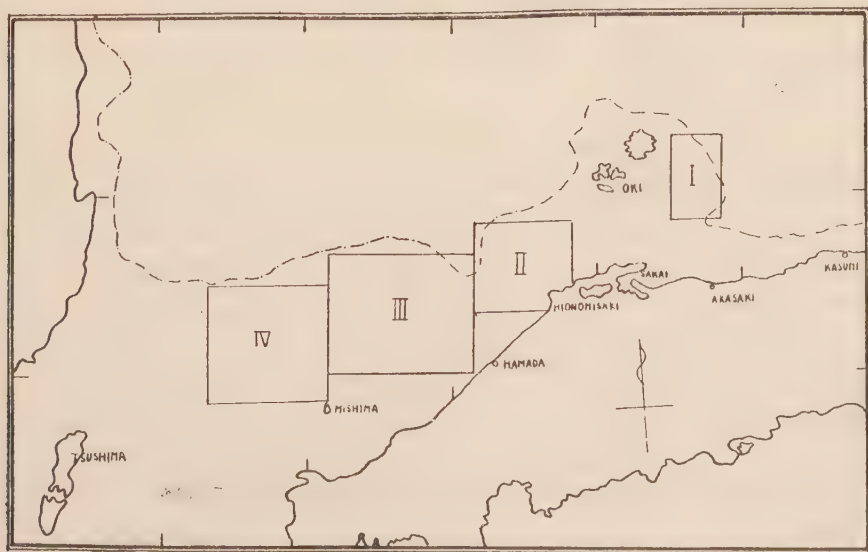


Fig. 1 日本海西南海域におけるソウハチの漁場

して、採集したもので供試料1,531尾を予め決定せる抽出比により、Fig. 1 に示すごとく、漁場層化抽出を行つた。(I～IV海区)

鱗は脊鰭前基部下のものを採集し、5%の苛性カリによつて汚物を除去し、水洗いを行つた。鱗は10枚づつ選定しプレパラートを作り、投影顕微鏡を用い観察を行つた。鱗半径の測定は focus から各環帯(休止帯)の外縁までとした。

鱗 相

鱗は櫛鱗で成長の良否により、成長線が疎密部に別れ、成長帯は circuli 間隔が広く、休止帯は密集して、一見したところ、暗帯を形成している。focus から巾の広い成長帯が形成され、その上に暗帯を形成している。産卵は春期の2～3月であるので、孵化して、その年の秋までは成長帯が形成されるものと思われる。休止帯は比較的幅広く現われている。この休止帯は漁場により、鮮明に現われるものと、休止、成長両帯の区別の付き兼ねるものがある。この鮮明と不鮮明とのできる原因については不明であるが、漁場という環境の特異性に基くものであらうと思われる。筆者は、この密部位を基準として査定を行つた。

休 止 帯 の 形 成

Fig. 2 は日本海西南海区のうち、浜田沖の同一集団と思われる群について、月別に現わした推移である。この群は1948年の資料であるが、A群以上については一般に個体数も少く、その推移は不明であるが、A群についてみると月別のモードの推移と、モードにおける休止帯形成とからみて、同一年級であると見做される。

この推移を見ると、成長の伸びが見られるのは、4月から9月の交で、他は殆んど成長が休止されていることがわかる。休止帯が成長の遅い時期に形成されるものとする、

Fig. 2 に見られるごとく、9月から1月の成長の遅い時にできるものと思われる。

休止帯が鱗最外縁部に現われる出現百分率を月別に現わしたものが、Fig. 3 であるが、これを見ると、秋期9月にはすでに外縁に形成を始め、翌春1月には、殆んどの個体が形成を完了し、2月には約5%が成長帯の出現をみている。3月の交には約80%の個体が成長帯を形成し始める。ここで夏季における資料

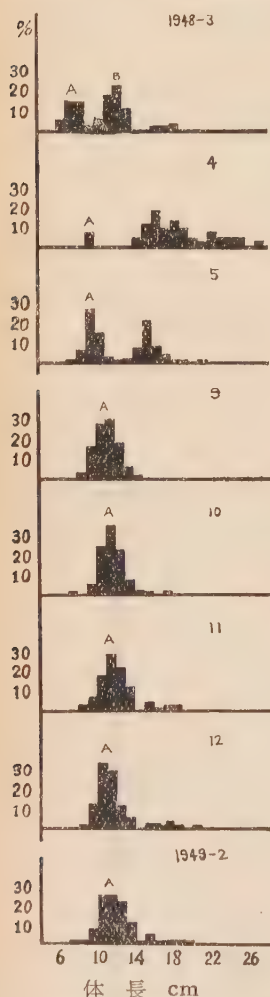


Fig. 2 日本海西南海区浜田沖で漁獲されたソウハチの月別体長分布の推移 (1948)

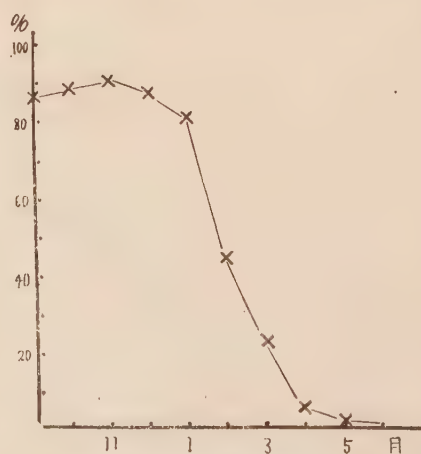


Fig. 3 鱗外縁に休止帯が現われる月別百分率

がないため断定できないが、体長組成の推移からも、成長の悪い9月から1月までの間に休止帯が形成され、春季から夏季間に成長帯が形成されるものと推定される。

ソウハチの場合、休止帯形成の要因として考えられるのは、産卵のための摂餌量の減少と、産卵それ自体からくる、生理的な問題が考えられるが、前者については、夏季間の資料がないため不明であるが、産卵の盛期を除き、比較的冬期間でも捕食しているので、この問題は一概に言い現わし得ない。しかし、産卵の準備期間と、休止帯形成の時期とがほぼ一致し、その間は成長が鈍いので、成長と産卵或は休止帯形成とは関聯があるものと思われる。

休止帯形成時の平均計算体長

漁場別の輪群別計算体長及び性別計算体長を Table 1 に示した。

Table 1. 輪数別平均推定体長(全数)

漁 区	輪 数	計算 体長	2		3		
			l_1	l_2	l_1	l_2	l_3
I	{	9 ~ 1月	6.64	11.61	4.80	10.42	15.24
		2 ~ 4					
II	{	9 ~ 1	6.26	12.98	5.40	11.93	16.56
		2 ~ 4	5.21	10.59	5.38	10.65	14.62
III	{	9 ~ 1	5.48	12.39	5.40	12.12	16.24
		2 ~ 4	5.76	13.14	4.87	11.14	15.25
IV	{	9 ~ 1	7.85	14.33	6.03	12.56	17.32
		2 ~ 4	9.42	13.33	6.07	12.35	17.01

漁 区	輪 数	計算 体長	4				5				
			l_1	l_2	l_3	l_4	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
I	{	9 ~ 1月									
		2 ~ 4									
II	{	9 ~ 1	5.42	11.94	17.40	21.90					
		2 ~ 4	5.28	11.70	14.68	18.52	5.68	10.89	14.78	19.04	21.80
III	{	9 ~ 1	5.89	12.25	16.79	20.25	8.09	14.38	19.11	22.76	25.36
		2 ~ 4	5.28	10.63	15.05	17.84	5.34	10.26	15.03	19.16	22.03
IV	{	9 ~ 1	5.80	12.91	16.56	21.80	7.71	13.04	18.26	21.91	24.83
		2 ~ 4	6.79	12.82	17.42	20.81	6.76	12.56	17.03	21.03	23.73

すなわち、9 ~ 1月は l_2 でⅠ海区11.61 cm, Ⅱ海区12.98 cm, Ⅲ海区で12.39 cm, Ⅳ海区で14.33 cm, l_3 でⅠ海区15.24 cm, Ⅱ海区で16.56 cm, Ⅲ海区で16.24 cm, Ⅳ海区で17.32 cm, l_4 でⅡ海区で21.90 cm, Ⅲ海区で20.25 cm, Ⅳ海区で21.80 cm, l_5 でⅢ海区25.36 cm, Ⅳ海区24.83 cm, で l_4 以上を除き l_2 , l_3 では、各漁場間に体長平均を異にし、とくにⅠ海区とⅣ海区では2 ~ 3 cmの差異が認められる。

Table 2. 輪数別平均推定体長(性別2 ~ 4月)(最終輪)

漁 区	輪 数	性別	l_2		l_3		l_4		l_5	
			♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
II			10.9	10.4	15.1	13.5	18.5		21.8	
III			13.3	12.4	16.0	14.3	17.8		22.0	
IV			13.6	12.9	17.5	15.7	20.8		23.7	

また、2 ~ 4月において、 l_2 ではⅡ海区で10.59 cm, Ⅲ海区13.14 cm, Ⅳ海区13.33 cm, l_3 のⅡ海区で14.62 cm, Ⅲ海区で15.25 cm, Ⅳ海区で17.01 cm, l_4 はⅡ海区で18.52 cm, Ⅳ海区20.81 cm, となっており、9 ~ 1月と同様漁場間において差が認められる。

鱗から推定した体長間に Lee 現象は現われていない。性別による推定体長は 4 輪以上については雄の資料がないため不明であるが、3 才については、やや差が出て雄に比べて雌の成長がよい。

輪 数 と 年 令 と の 関 係

Fig. 2 は 1948 年の資料であつて、これを直ちに当てはめることは危険であるが、同一海区内で漁獲した魚体について月別に体長組成を比較してみると、この A 群は月の進むにつれて成長のずれによる移動が窺われ、同一年級のものと思られる。1948 年 3 月にモード 8 cm の群が、1 年後の 2 月には 11~12 cm となり B 群に添加される。この 8 cm の個体では輪紋が 1 箇数えられ輪紋を形成し始めているが 1949 年 2 月には既に 2 箇が数えられる。ここにおいて 8 cm の群は 1947 年に孵化したものと思われ、生後満 1 年にならんとしている。

前述のごとく輪群別の平均体長を見ると、2 輪群の 11~13 cm の大きさの魚体は満 2 年にならんとする個体である。以上の若年魚の輪形成からも、また輪紋の形成が年 1 回と見做されることから、輪紋の数はそのまま年令を現わす。産卵期及び成長帯の形成の時期等から、4 月を年級の更新期とすると、3 月までの 2 輪群は満 1 年魚である。以下同様にして、各輪群 (1_n) は 1_{n-1} 年を現わす。

Table 3~6 は、各輪群別平均実測体長及びその母平均の信頼限界 (95%) であるが、隣接する輪群間においては全く分離しているので検定を行うまでもなく有意差があるが、II 海区 2~4 月の 4 輪と 5 輪、また、III 海区 9~1 月でやはり 4 輪と 5 輪でわずかな重なりが出ている。これについて平均値の差の検定を行うと、危険率 5% で有意差があることが確認される。

先に輪群別計算体長にも見られるごとく、漁場別により、また性別により、同一年群で体長の差が認められたが、実測体長においても、同様な差異が認められている。すなわち、IV 海区と各海区には成長の差異が認められるが、これについては各々の群の産卵期を異にし、かつ各漁区間は独立した Stock を形成し、環境等によるものか不明である。この差異の問題は資料の不足なため、鮮明には言い得ない。性別にみると、全般を通じて雄に比して雌の方が体長が大きく現われているのは、すでに

Table 3. 輪群別平均実測体長の信頼限界
(9~1 月)

漁 区	輪 数	♀ + ♂			
		N	$\bar{x}$	信 頼 限 界	
I	2	20	12.1	11.23~13.01	
	3	48	15.2	13.69~16.77	
II	2	23	13.1	12.3 ~13.9	
	3	43	16.3	15.81~16.8	
	4	5	22.1	20.6 ~23.6	
	5	1	24.1		
III	2	47	13.7	13.2 ~14.2	
	3	161	16.9	16.8 ~17.2	
	4	31	20.3	19.1 ~21.6	
	5	8	25.4	24.2 ~26.6	
IV	2	36	14.9	14.3 ~15.5	
	3	61	17.5	16.9 ~18.0	
	4	29	22.2	21.3 ~23.1	
	5	13	24.6	22.9 ~26.2	
	6	8	27.6		

Table 4. 性別、輪群別平均実測体長の信頼限界
(9~1 月)

漁 区	輪 数	♀				♂			
		N	$\bar{x}$	信 頼 限 界		N	$\bar{x}$	信 頼 限 界	
I	2	6	13.1	11.9~14.4		14	11.9	11.0~12.8	
	3	26	15.6	15.0~16.1		22	14.9	14.5~15.4	
	4	2	15.5						
II	2	13	12.4	12.0~12.8		10	11.9	11.6~12.3	
	3	28	16.6	16.0~17.2		15	15.7	15.1~16.3	
III	2	32	13.0	12.7~13.3		15	12.8	12.4~13.1	
	3	124	17.5	17.1~17.8		37	16.0	15.7~16.3	
	4	22	21.9	20.6~23.3		9	18.2	17.4~19.0	
IV	2	23	14.8	14.0~15.6		13	14.2	13.4~14.8	
	3	39	17.9	17.3~18.6		22	16.4	15.8~17.2	

Table 5. 輪群別平均実測体長 (2~4 月)

漁 区	輪 数	♀ + ♂		
		N	$\bar{x}$	信 頼 限 界
II	2	36	13.36	12.8~13.9
	3	34	16.92	16.3~17.6
	4	10	20.15	17.8~22.5
	5	8	22.34	20.4~24.3
III	2	12	13.5	12.8~14.2
	3	30	16.6	15.6~17.5
	4	23	19.2	17.1~20.8
	5	11	22.9	21.1~24.9
IV	2	96	14.6	14.2~15.0
	3	129	17.8	17.4~18.1
	4	64	21.2	20.5~21.9
	5	38	24.3	22.9~25.5
	6	12	28.3	26.6~29.9
	7	5	32.4	

Table 6. 性別輪群別平均実測体長

(2~4 月)

漁 区	輪 数	♀			♂		
		N	$\bar{x}$	信 頼 限 界	N	$\bar{x}$	信 頼 限 界
II	2	17	13.4	12.7~14.0	19	13.1	12.6~13.7
	3	20	17.5	16.8~18.3	14	15.7	15.0~16.5
III	2	12	15.9	15.1~16.7			
	3	17	17.4	16.1~18.7	13	15.5	14.6~16.3
IV	2	61	14.6	14.2~15.1	35	13.7	13.4~14.0
	3	89	18.4	17.9~18.9	40	16.0	15.8~16.4
	4	64	20.0	19.3~21.0			

石田 (1950), 平松 (1949) 等が指摘したところである。

若年令群について、季節的に成長をみると、Fig. 2 に見るごとく3~9月の間が9~2月に比して、成長がよく現われている。このような成長は3~5月の間では *Euphausia* を相当捕食し、外界における、出現の多寡が成長の良否に相当影響されるのではないかと思考される。

体長組成と輪数別体長組成

2月から4月までの体長頻度分布と輪群別体長分布との関係は Fig. 4 に見られる通りであるが、Fig. 4 でみると13 cm 前後のモードと、16 cm 前後のモード、20 cm 前後のモード及び27 cm 前後に現われている小さなモードがある。この各モードは、各々2輪、3輪、4輪及び6輪群のモードとほぼ一致する。このうちで1輪、及び2輪群では比較的、体長変異も小さく、複合していないが、3輪以上になると、輪群別組成も複合してくる。これは漁場別による同年群の体長で変異が大きく、これが複合されて現われているためで、4輪以上になると、相当癒合されている。以上について PETERSON の原理が当てはまる。

性による体長組成をみると、雄については20 cm 以上については出現されておらないが、雌については33 cm まで現われて、その主要組成において相違を示している。

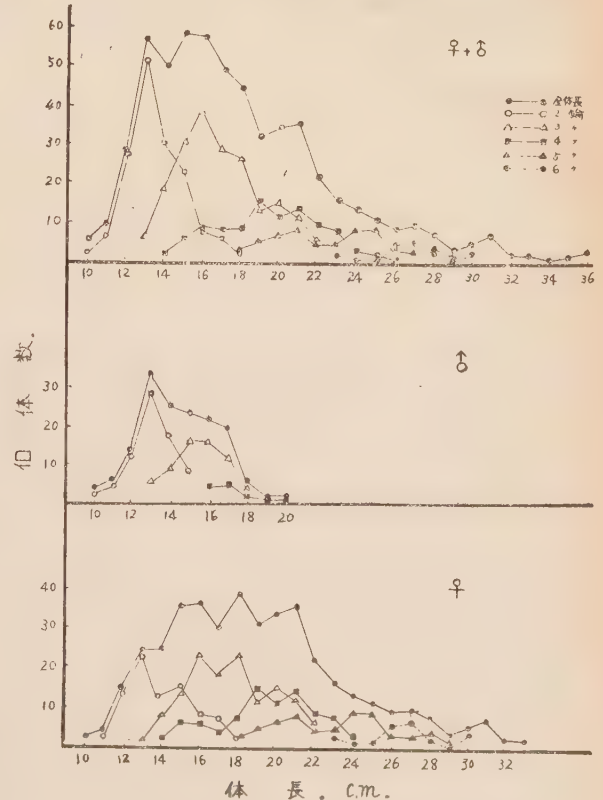


Fig. 4 ソウハチの体長組成及び輪群別組成

産卵の盛期に近ずくと、ほとんどが雌で雄の出現が少く、かつ体長の大きな個体の殆んどが雌である。この性比の出現については今後さらに研究を要する問題である。この雌雄における組成の変異は平松（'49）がムシガレイについて同様指摘している。

摘 要

- (1) 鱗において、休止帯が形成されるのは秋期から冬期に至る成長の休止される時期で9～1月前後と推定される。また、成長帯は3月以降9月の成長のよい時期に形成され、休止帯は見掛上産卵期と一致する。
- (2) 全体長分布と輪群別の体長分布の山はほぼ一致する。
- (3) 隣接する輪群間の平均実測体長にも明かに差異が認められる。
- (4) 性別にみた体長組成は異り、雌に比して雄は小さい。
- (5) 性による平均体長（同一年令）に差異が認められる。すなわち、雌は雄に比して大きい。

参 考 文 献

- 石田カ一・北方正章・石垣富夫（'52）北海道産鰈類の年令に関する研究 第二報 サメガレイ，北海道水産研究所報告 No. 3
北海道区資源調査要報； No. 3（'52）北海道区水産研究所

鱗によるマサバの年令について

大 内 明

On the age of mackerel, *Scomber japonicus* HOUTTUYN,
in Japan Sea.

Akira ŌUCHI

緒 言

従来我国において、マサバの年令について研究されているものは少く、松本（'43）が千葉県の子と朝鮮の子について、鱗に現われる輪紋により、地域的成長の相違を論じ、また相川（'37）は脊椎骨によつて年令査定の推論を行つている。最近のものでは増田（'51）が第二背鰭の第二軟条に現われる形質をもつて査定を行つている。筆者が行つた鱗による方法も、採集する部位によつて、形態を異にしているし、不明な鱗も見られて、査定を行う場合において、非常に困難をきたした。したがつて、年級組成を求める段階にまで到達しておらないが、ここでは鮮明に見える個体についてのみ、の年令についての研究を試みた。マサバの魚体の各部位から取つた鱗の相違と、年令に関して二、三の知見を得たのでここに報告する。

なお、本資料の採集にあたられた日本海区水産研究所員小川良徳、小西岩三、及び日本海関係諸府県水試の職員諸氏に謝意を表す。

材 料 及 び 観 察

① 体の各部位から取つた鱗の相違

本資料は、1950年10月24、25日、石川県宇出津沖で延縄により漁獲されたもので、水揚げされた魚体は直ぐにそのまま持ち帰り、鮮魚のまま後述のごとく体を6部に分ち、各部位についての鱗を採集した。鱗は比較的剝離されておらず正常の状態を示していた。100尾の資料について行つた。

② 各県別に採集したサバの輪数別、年輪形成時の推定体長

1950年の1カ年間を通じ、日本海各府県水産試験場に依頼し、サバ資源調査の一環とし（旧香住分

Table 1. マサバ、採集府県別、採集月日及び漁法

採集府県別	採集月日	漁 法	採集府県別	採集月日	漁 法	採集府県別	採集月日	漁 法
島 根	1950. 4. 27	一本釣	島 取	1950. 6. 11	棒 受	新 潟	1950. 6. 8	大謀網
	5. 17	巾 着		6. 21	巾 着		6. 16	揚操網
	5. 24	毛 釣		3. 23	巾 着		7. 18	曳 釣
	6. 6	?		5. 25	巾 着		7. 1	?
	6. 27	?		5. 31	〃		6. 22	せき網
鳥 取	5. 17	巾 着		6. 15	〃	秋 田 青 森		

場時代)行われたもので、年令査定用資料を採集下さった各府県は、Table 1 の通りである。供試材料 352 尾、うち実際年令査定にもちい得たものは 316 である。採鱗不能もしくは、輪の判別が難しいものが以外に多く、よい結果を示していない。

鱗の処理方法は 3% の苛性ソーダの溶液で汚物を除き、後水洗いを行つた。1 個体より 10~15 枚、スライドガラスに挟んで保存し、後日、投影顕微鏡を用い測定した。輪半径の測定及び観察上次の事項に留意した。

- ① 鱗の露出部と被覆部の境界線を基準とし focus より各半径までを測定した。
- ② 再生鱗、輪不鮮明なものについては対象外とした。
- ③ 鱗自体について鱗型不均整のものも見受けられるが、甚だしいものについては除外した。

次に魚体各部の採集部位は左図のごとく 6 区分し、各々について鱗を採集し検討した。

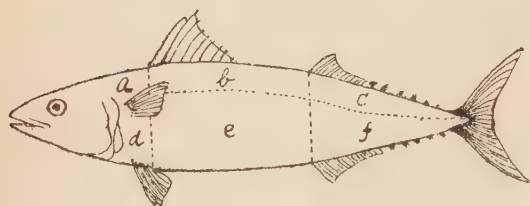


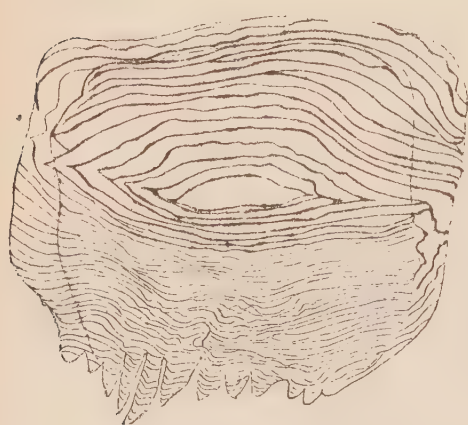
Fig. 1 魚体を a, b, c, d, e, f の各部に区分しそれぞれに付て検討した

考 察

(1) 体の各部からとつた鱗の相違について

鱗 相

サバの魚体を Fig. 1 に示すように 6 区分し、各部分の鱗について考察を行つた。すなわち、鱗は不同て同一個体においても circuli が一線に拋物線状に収斂され、focus を中心として相対的に配列されている鱗 (ここでは type I とする)、また circuli が focus から円心状に配列されて、露出部において、circuli が消えて、休止帯が type I のごとく現われていないもの (type II)、また、中心部が大きく不鮮明な、いわゆる再生鱗と思はれるもの (これを強いて type III とする) の 3 型に分けることができる。しかし、これは外見上の分類で本質的なものを意味していない。



type I



type II

Fig. 2 マ サ バ の 鱗 相

以上のうち type II の出現は、各部位のうち、側線上部位において最も多く現われている。側線上部位、すなわち a, b, c の各部位は一般魚類から見ても最も剥げ易い場所と思われ、したがって再生鱗も多く現われるものと思われるが、サバにおいても同様なことが言える。ここで type II のものは、いわゆる再生鱗が成長に伴い、中心部の不鮮明な部位が消え、この型となつたものか、或は、マサバ特有な型であるかについては不明であり、さらに角度を変えてこの方面の研究を行わねばならない。ここで type II の鱗は、type I のそれに比して、比較的薄く、かつ、側線下部位の部分には少ないことは特に注意せねばならない。

次に側線下部位の鱗については II, III type のものも混じているが、殆んどが type I に属する。

以上のように a, b, c の各部位は type II, III のものが多く、年齢査定としては不可能に近い。然し、d, e, f の各部位については多く type I のものからなつていたので、年齢の査定も比較的容易である。

然しながら d, e, f 部のうち type I の鱗でも、鱗自体に変異が大きく現われている。すなわち、成長において幅よりも長さがまさつたり、あるいは長さが幅にまさつたりしており、不均整のものも見受けられ、とくに胸鰭部位、すなわち d 部において顕著である。

各部位の鱗長と体長

Fig. 3 は、d, e, f 各部について、鱗の変異と体長との関係を見るために、体長に対する鱗長を測定し、その関係を求めたものである。これを見ると、各部とも体長の増加に伴つて、鱗長も増加し、ほぼ直線的に伸びているが、d 部位は他の部位の鱗に比べて偏りが大きく、とくに体長の増加に伴つて著しく現われている。e, f 各部位については、かなり近似した傾向を有し、d 部位に比して変異も小さい。

これは同一個体についても、鱗自体に大、小の変異が大きく現われている。以上のように体の前部胸鰭は伸びがよいが、変異は大きい。体中央部及び尾部の鱗においては、鱗の伸びが悪く、かつ変異も小さい。

エス.エム.カガヴスカカヤ ('40) は沿海州イワシの鱗について、体の各部からの鱗の偏異について、とくに背鰭下部位の鱗が変異の大きいこと。また、タラについては、胸鰭部位の鱗が最も変異が大きく、体の中央部において最も小さな偏異を示していることを述べている。

これについて、鱗の成長と体長の増大との間の不均整と、稚仔において、鱗の形成時期が異なるためとし、また鱗自体の異つた方向への成長が体の部分によつて不均等であるためとしている。筆者が行つたサバの鱗についても、胸鰭部位の鱗がとくに変異が大きく現われ、同じようなことが言えるのではないと思われる。

輪紋形成時の平均推定体長

前述の type I と type II の鱗について、その輪紋の形成を観察してみると、前者の場合は鮮明に輪紋が現われている。すなわち、各 circuli を切るように縦に、線状をなしていて、その存在を容易に認めることができるが、後者の場合は、全く不鮮明で存在を認めがたい。以下述べるものは凡て type I の鱗を用いた。

E. Lee の方法を用い、各部位における、鱗に形成される輪紋の形成される平均推定体長を求めると、Table 2 のごとくなる。(幼期におけ

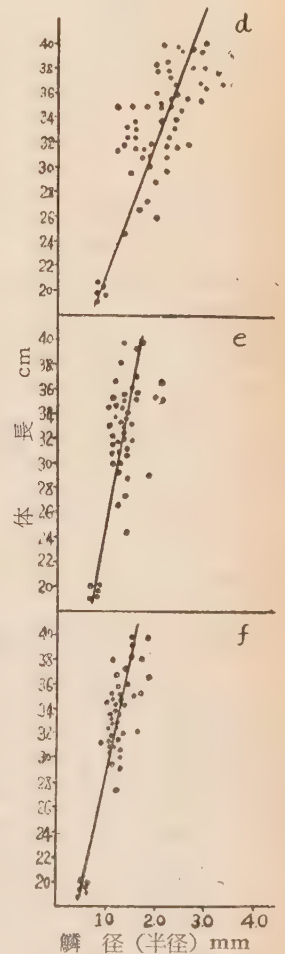


Fig. 3 体各部の鱗長と体長との関係

る鱗の発生がわかっていないので、式の補正は行っていない)。

Table 2. サバ魚体各部位における輪群別計算平均体長

4 輪 群				
輪	採集部位 計算体長	d	e	f
1	L ₁	15.7cm	16.1cm	16.4cm
2	L ₂	24.1	23.1	24.9
3	L ₃	30.0	29.7	30.1
4	L ₄	34.4	34.9	34.4

3 輪 群				
1	L ₁	17.9	17.2	19.2
2	L ₂	25.6	25.6	27.7
3	L ₃	31.4	31.4	32.8

2 輪 群				
1	L ₁	18.4	18.4	18.6
2	L ₂	26.7	27.7	28.0

石川県北部についてみると、1輪群以下は認められない。2輪群以上についてみると、前述したごとく、Leeの現象が認められる。また石川県南部についてみると、1輪から3輪までしか現われておらず4輪以上は認められないが、1輪については16.0cmで、2輪群以上から求めた、1輪形成時の推定体長よりも小さい値を示している。

松本('43)が鱗について、同様に推定体長を求めているが、その結果と比較してみると、

Table 4 のごとくである。これを見ると、大平洋岸小湊のサバは L₁ を除いて L₂, L₃ とも、朝鮮連

Table 4. 輪形成時の平均体長の地域的比較 (鱗による)

年次	場所	月	L ₁	L ₂	L ₃
1943	連川	7	{ 16.3cm 16.8cm	{ 26.0cm 28.1cm	32.1cm
1944	小湊	6	{ 17.3cm 17.2cm	{ 23.0cm 23.3cm	27.0cm
1951	日本海	3~7	{ 16.0cm	{ 26.8cm 28.6cm	{ 32.7cm 33.8cm

すなわち各体長を比較すると、4輪群よりも3輪群から得た体長の方が大きい。以下同様にして、高年群から得た体長が、若年群から求めた体長よりも小さく、Leeの現象として現われている。

また各部位における推定体長を比較してみると、3輪及び2輪については、f部位のものは、d部位に比較してやや大きな値を示している。これは、尾部においては、輪の形成に遅速があるために起るものか、或は鱗の発生 of 相違等に基くものかは不明である。

(2) 各県別に採集したサバの輪数別、年輪形成時の平均推定体長

ここで用いた資料は Table 1 にあるごとく、種々の漁具で捕獲されており、したがってその体長組成においても、漁具の選択力の相違に基く、矛盾を考慮せねばならないので、ここでは、これについてふれない。本資料は主として春サバを対象とし、3~7月までのものである。以上の資料について、大きく、石川県北部、及び同南部とに分け、それぞれについて検討した。

Table 3. 鱗による輪数別平均推定体長

体 長 区	1輪	2 輪		3 輪			4 輪			
		L ₁	L ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
個体数	15	133	133	33	33	33				
a	16.0	19.1	26.8	18.9	27.2	32.7				
個体数		54	54	66	66	66	15	15	15	15
b		19.6	28.6	18.6	27.7	33.8	17.8	25.6	32.0	37.2

* a……石川県南部海域 b……石川県北部海域

川のもが大きく現われ、その地方的成長の相違を論じているが、筆者が行った日本海産サバと比較してみると、朝鮮連川のものとはほぼ近い値が示されている。しかし日本海のサバについては数も少ないし、また、年代の相違もあるので、これをそのまますぐ比較することは出来ない。これが、数字の上に偶然に現われたものであるかどうかは問題である。

参 考 文 献

- S. M. Kaganovskaya: ('40) イワシの各部位からの鱗によつて計算した体長と成長度との適応性
Hiroaki AIKAWA: ('37) Age determination of Chub-mackerel *Scomber ja.*; 水産学会誌
Vol. 6, No. 1
松本保市: ('43) 朝鮮のサバと千葉のサバ 水産学会誌 Vol. 12, No. 4
相川広秋: ('49) 水産資源学総論
増田辰夏: ('51) 二, 三魚類の鰭条に現れる年令形質について 魚類学雑誌 Vol. 1, No. 5
小林久雄: ('50) 魚鱗の構造に関する述語 魚類学雑誌 Vol. 1, No. 3

日本海西南海域のムシガレイの年令及び成長

大 内 明・武 田 信 昭

Studies on the age and growth of flat fish, *Eopsetta grignonjevi*
(HERZENSTEIN), captured in the western region of
Japan Sea.

Akira ŌUCHI & Nobuaki TAKEDA

ムシガレイの成長及び年令組成については、平松（'49）が、対馬沖及び済州島沖の群について、鱗により行っているが、鱗の場合は輪紋出現の不鮮明とともに、鱗の脱落等があり採集困難な場合が相当見られるので、筆者等は耳石について行つた。日本海西南海区（島根県浜田沖以西の海区）で、二艘機船底曳で漁獲されたムシガレイについて行つたので、ここに報告する。なお資料は以東底魚資源調査の一環として、島根県水産試験場の底魚係の職員諸氏により集められたものであり、厳寒の折、資料の採集に当られたその労苦に対し感謝の意を表す。

材 料 及 び 方 法

以東底魚資源調査の一環として、あらかじめ計画された抽出比により抽出されたもので、1951年より、1953年の2ヶ年、主として底曳漁期間（9月より、翌年5月まで）、二艘機船底曳網で漁獲されたものである。供資料は1,069尾。保存された耳石はそのままで見るよりも水洗後に見た方が、より鮮明に見られるので、水洗後、双眼顕微鏡で観察した。

耳石は有眼側のものは、輪紋の出現が不鮮明でかつ focus が中心からずれて現われている場合が多く、石灰質沈着の状態も不均一のように思われるので、無眼側の耳石のみをその対象とした。形はほぼ楕円形で、片方がややとがつている、測定はこの尖端部のみ行い、focus から各透明帯の外縁までの各距離を測定した。Table 1 は focus から耳石に現われる各輪紋までの距離の頻度の標準偏差であるが、輪紋の現われ方が、比較的安定している部位を調べるために行つた。これによると、尖、鈍、両端とも、ほぼ同値を示しているが、比較的に明瞭に現われる尖端部位を測定した。

Table 1. 耳石中心から両端における各輪半径の標準偏差

個体数	耳石型	鈍 部	尖 部
158	R ₁	0.0781	0.0775
158	R ₂	0.1007	0.1099
98	R ₃	0.0660	0.0661
14	R ₄	0.0475	0.0536

耳 石 半 径 と 体 長 と の 関 係

各個体の体長と、耳石半径との関係を見るために、Fig. 1 の如くプロットして見ると、個体変異も大きく現われているが、体長の増加と共に、ほぼ直線的に耳石も伸びていることがうかがえる。性

別に分けて、その相関を出してみると、各々とも $0.84 \sim 0.85$ となつて現われ、比較的高い相関値を示している。ここで若令魚よりも高令になるにつれて、変異の幅が大きく現われていることがみられる。

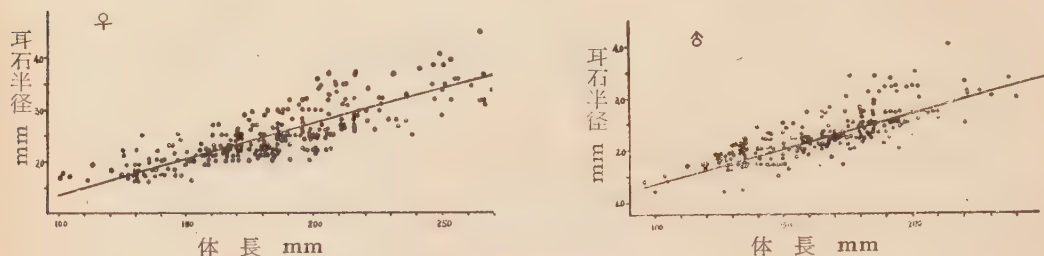


Fig. 1 ムシガレイの体長と耳石半径との関係 ('51.9~'52.5)

石田、北片、石垣 ('52) はサメガレイについて、性別に分離し、差のあることを認めているが、ムシガレイについて大きな差はみられない。1952~'53 の資料について相関係数及び回帰直線を現わすと次のごとき結果となる。

$$\text{♀} \quad r: 0.85 \quad y=0.0156x-0.03$$

$$\text{♂} \quad r: 0.84 \quad y=0.0173x-0.13$$

※ r : 相関係数

y : 耳石半径

x : 体 長

輪 の 出 現

ムシガレイ耳石に現われる、透明帯の出現は、比較的幅広く、他の浮魚に見られるような線状として現われず比較的長月にわたつて、形成されるものと推定される。輪の形成時期は後述するが、輪形成期間は半才にわたつて形成されこの休止帯形成の期間は9~1月に行われる。

ムシガレイは秋期より産卵準備期に入るものと思われるが、休止帯の形成はこの期間に相当する。然しこれは偶然な事象の一致とも考へられ確定は出来ない。また輪は漁場によつて、非常に鮮明に見える群がある。このことは多く研究者の一致した観察であるが、石灰質の沈着状態に差異を生じてい

る。もしその漁場における環境に相当影響されるものとすれば1つの group (例へば網毎の) の殆んどが比較的、高年まで鮮明に現われているので、ムシガレイの移動性について、ある暗示が与えられるものと思う。

本資料は、9月から5月までの、9ヶ月間のもので、夏季3ヶ月間の資料がないため速断は許されないが、休止帯は相当幅広く現われ、短期間に形成されるものと思われないので、この期間の資料がなくても、以下に示す推論もさしつかえないものと思う。

測定中に輪紋が、耳石辺縁に形成されている標本の出現百分率を出してみると Fig. 2 の如くである。すなわち、9月より1月までが出現高く、2月に入ると40%で60%余が成長し始めている。1953年は資料が少ないので、速断出来ないが、やはり11~2月の間に休止帯形成の出

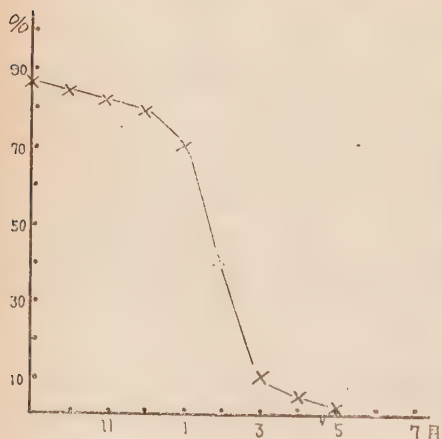


Fig. 2 休止帯が耳石外縁に現われる出現百分率 ('51~'52)

現が高くなっている。年により、その形成に差のあることは考えられるが、ほぼ秋期より冬期の間と思われる、春期4月より成長が良好になるように思われる。

今九州産のムシガレイと比較してみると、鱗の休止帯形成は9月前後であるとしている。

輪紋が相当幅広く現われているので、日本海群と同じく秋期より冬期に形成されるものと思われる。

PETERSON の 方 法

Fig. 3, 4は'51~'52年までの資料について、全群の輪数別体長分布と、全体長分布との関係を現わしたものである。これをみると、体長分布の第一の mode は 13 cm, 第二の mode は 18 cm 前後に現われて、それ以降は漸次減衰した型を現わしている。第一の mode は、1 輪の mode, 第二の mode は 2 輪の mode と合致している。18 cm 以上は癒合し、個体数も少いので不鮮明である。性別に分けたものについても同様に言い得る。次に性別に体長組成を比較すると、雌は 30 cm まで出現しているが、雄は 23 cm の 3 輪群までしか現われず、体長組成を異にしている。

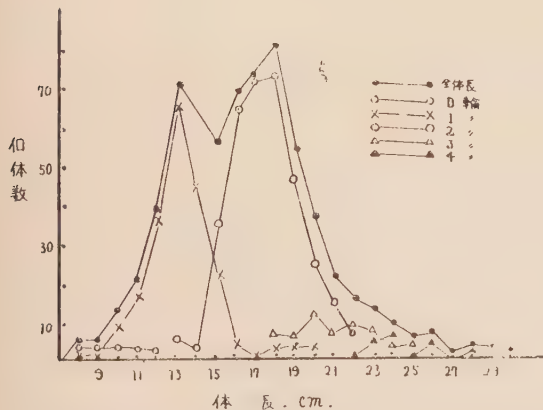


Fig. 3 体長に対する輪群別組成 ('51.9~'52.3)

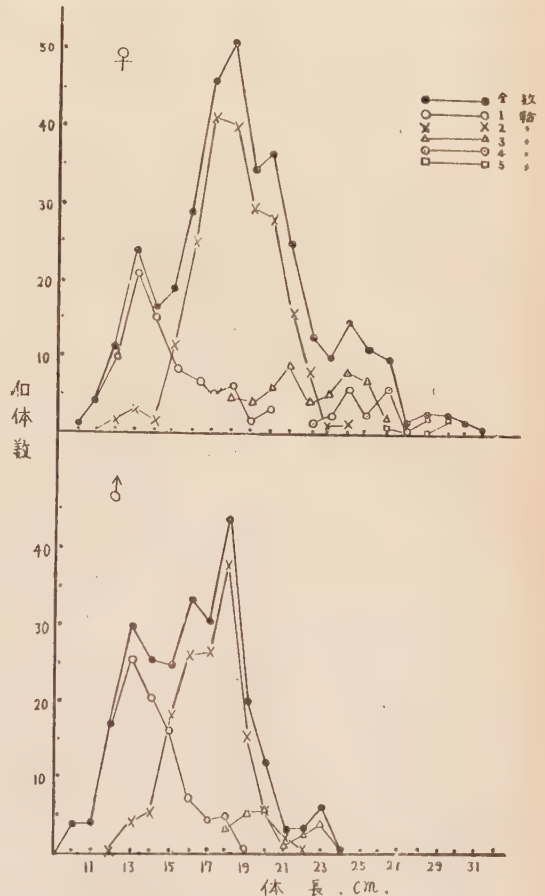


Fig. 4 体長に対する性別輪群別組成 ('51~'52)

九州産のムシガレイについて、雌の方が、雄に比して、体長も大きく、組成を異にしていることを述べているが、日本海群についても同様言い得る。この性による体長組成の変化は、生残りの関係か、漁獲と云う特別な条件のために起るのか、今後の研究にまたねばならない。

以上から 18cm 以下の群は、比較的鮮明に mode が現われ、体長分布と、輪群別体長分布とはほぼ一致しているが、18cm 以上については癒合度高く、不鮮明である。

輪形成時の平均推定体長

Table 2 は1951~'52年、漁期中の9~3月までの資料について、輪が形成される時の推定体長である。ここで推定体長とは、輪形成が終つた時の体長で、形成し始める時の体長よりやや大きいものと思われる。全群についてみると、1輪群は個体数が少いため、速断は出来かねるが、比較的成長のよい群が漁獲の対象となつているため、9.54 cmとなつているが、2輪以上については $l_1 \dots l_n$ の各々はほぼ近似値を示している。すなわち l_2 は12 cm, l_3 は17 cm, l_4 は21 cm, l_5 は24 cm 各前後となり、この場合平松（'49）が鱗によつて行つたような Lee 現象は現われていない。性別について、推定体長を比較すると、雌雄間でわずかな差が認められ、雌が各々とも1 cm 余大きく現われている。

Table 2 輪形成時の平均計算体長 ('51.9~'52.3)

	個体数	l_1		l_2		l_3		l_4		l_5		l_6	
		$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
1 輪	5	9.54	1.54										
2	208	7.02	1.16	12.63	1.66								
3	338	8.08	1.65	13.15	1.65	17.58	1.78						
4	50	7.59	1.41	13.20	1.78	17.78	2.03	21.52	2.21				
5	14	8.34	1.06	13.05	1.30	17.06	1.55	21.55	1.97	25.03	1.59		
6	2	9.00	0.99	13.55	0.35	17.35	1.20	20.72	0.07	23.80	1.69	27.19	2.53
2 {	♀	64	7.00	1.02	12.71	1.58							
	♂	127	7.05	1.22	12.44	1.69							
3 {	♀	171	8.44	1.36	13.39	1.68	18.22	1.87					
	♂	152	7.79	1.21	12.90	1.57	17.20	1.54					
4 {	♀	35	7.74	1.57	13.44	1.77	18.56	1.92	22.2	2.72			
	♂	15	7.10	0.68	12.42	1.59	16.60	1.61	20.6	1.77			
5 {	♀	13	8.40	1.11	13.07	1.37	17.18	1.59	21.75	1.99	25.48	1.61	
	♂	1	8.00		12.80		16.00		22.00		24.00		
6 {	♀	2	9.00	0.99	13.55	0.35	17.35	1.20	20.72	0.07	23.80	1.69	27.19
	♂												2.53

Table 3 輪形成時の平均計算体長 ('52.9~'53.5)

	個体数	l_1		l_2		l_3		l_4		l_5	
		$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
1 {	26 ♀	9.33	1.62								
	24 ♂	9.40	1.15								
2 {	48 ♀	8.65	1.91	15.48	2.21						
	38 ♂	8.90	1.70	16.58	1.99						
3 {	33 ♀	7.51	1.73	13.29	2.43	19.36	4.29				
	72 ♂	6.70	1.30	12.93	1.61	18.40	1.93				
4 {	12 ♀	8.77	1.55	13.13	1.90	17.58	1.83	22.32	2.20		
	18 ♂	7.81	1.29	11.72	1.63	15.44	2.27	20.55	1.85		
5 {	4 ♀	7.08	2.02	13.03	3.94	19.35	5.41	22.73	5.93	26.25	3.55
	3 ♂	6.13	1.95	11.27	1.20	15.20	1.35	18.10	0.70	21.00	1.35

Table 3 は1952~1953年の資料について上述と同様行つたが、これについては資料の僅少なため不明であるが、1951~1952年に比して若干大きく出ている。これは前年の漁場が西の方に漁船の出動

半径が伸びているためと思われる、朝鮮近海の方まで漁場がひろがった結果と推定される。ここで2輪群の l_2 が大きく現われているのは、疑わしいが、大きな個体でも休止帯が幅広く、2輪現われているものを、 l_2 として取扱つたためであろう。

今試みに九州産ムシガレイと比較してみると、各計算体長は対馬群がより大きな値を示している。この事実は筆者等が、1952～1953年、日本海の新潟、青森各群について、計算体長を求めた結果、新潟、青森の各群は、浜田以西の群に比して、計算体長が小さくなつてゐる（未発表）、結果と同じで、いわゆるムシガレイは、南部に行くにつれて、成長がよく Cline 現象を現わすものと思われる。

成 長

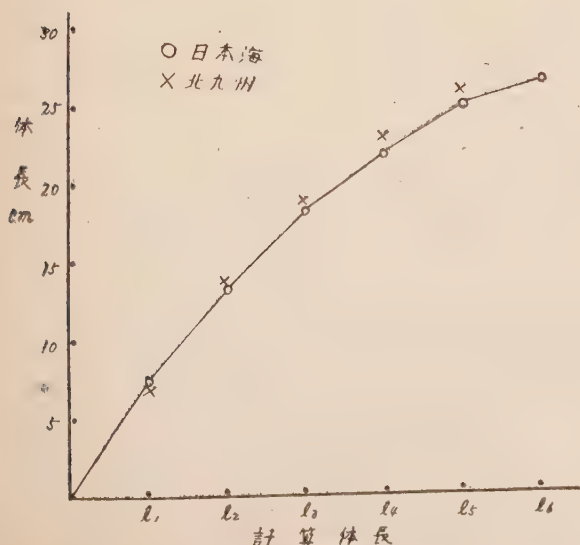
Table 4, 5 は全数及びこれを性別に分けた場合の年令別実測体長である。Table 2 の輪形式時の平均推定体長と比較すると l_2 と L , (1才魚)。の体長とがほぼ一致する。これは、採集時期が9～3月までの休止帯形成期と一致するためである。以下同様にして l_{n-1} と L_n とがほぼ一致している。

Table 4 年令別平均実測体長（全数）

月	年 令	♀			♂
		<i>n</i>	$\bar{x}$	信 頼 限 界	
9 11	1	164	13.3	13.03～13.57	
	2	253	17.7	17.47～17.97	
	3	41	21.7	20.97～22.43	
	4	10	24.7	22.76～26.64	
12 2	1	18	14.4	14.00～14.82	
	2	75	18.8	18.40～19.26	
	3	11	22.6	20.82～24.41	
	4	4	25.2	—	
3	1	28	14.8	13.92～15.73	
	2	13	17.5	16.91～18.18	

Table 5 年令別平均実測体長（性別）

月	年 令	♀			♂		
		<i>n</i>	$\bar{x}$	信 頼 限 界	<i>n</i>	$\bar{x}$	信 頼 限 界
9 11	1	52	14.2	13.63～14.84	62	13.4	13.05～13.82
	2	120	18.2	17.92～18.62	99	17.2	16.93～18.00
	3	24	22.0	21.05～23.03	15	21.0	19.92～21.93
	4	10	24.7	23.63～25.84			
12 2	1	3	14.6		8	14.6	13.92～15.32
	2	45	19.3	18.92～19.72	28	18.2	17.71～18.78
	3	8	23.4	21.25～25.63			
	4	4	25.2				
3	1	12	14.9	13.32～16.48			
	2	6	17.3	16.14～18.54			



ここで年級間の成長を知るため、輪形成時の平均計算体長を指針として、成長度をみてみると Fig 5 のごとくである。これは九州産の対馬群、と日本海以西海区の雌についての成長曲線である。雄については Table 2 に示すごとく、雌に比してやや低い。この結果は、対馬群のものと一致している。この曲線をみると、比較的高年まで成長がよく、顕著な成長の減衰は見られない。すなわち l_1-l_0 , l_2-l_1 , l_3-l_2 , l_4-l_3 , l_5-l_4 , l_6-l_5 は各々 7.97, 5.26, 4.97, 3.82, 3.23, 1.94cm となり、満 1 年までの成長が最もよい。(51.9～52.3)

Fig. 5 ムシガレイの成長曲線 (51.9～52.3 ♀)

摘 要

耳石は有眼側のものより、無眼側のものが至当と思はれる。その耳石の伸びは、体長の伸びと比較的高い相関を示している。性による回帰係数の差は有意でない。したがって、耳石に現われる輪紋により年令を決定したが、輪紋は、年1回秋より冬にかけて形成され、その形成期間は半才余におよんでいる。この期間は産卵のための準備期間に相当し、何らかの関係しているものと思われる。輪の形成される推定体長を求め、また実測全体長分布と、輪数別分布の峯はほぼ一致し、PETERSONの方法が適合される。

体長組成は性により異り、雌に比して、雄はその組成の幅は小さい、輪形成時の平均計算体長をもつて、成長度を調べてみると、高年に至るまで比較的成長がよく、顕著な減衰を示さない。九州の対馬群に比して、成長はやや劣るが1 cm以上の差は認められない。性による成長の差は、雌は雄に比して、やや成長がよい。

参 考 文 献

- 1 平松達男 ('49): 東支那海産むしがれいの資源的考察, 其の1, 福岡県水産試験場報告
- 2 甲 二郎 ('52): 北海道区サメガレイについて, 第一報, 年令査定の基礎的研究, 東北海区水産研究所 No. 1.
- 3 石田カー, 北片正章, 石垣富夫 ('50): 北海道区産カレイ類の年令に関する研究, 第一報, アブラガレイ, 北海道水産試験場報告, No. 7.

スケトウタラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS). の年令査定*

尾 形 哲 男

Age determination of Alaska pollack, *Theragra chalcogramma* (PALLAS).

Tetsuo OGATA

§ 緒 言

年令査定はすべての魚種の生態や資源量の変動を追求するためにもつとも根本となる研究の一つである。スケトウタラに関しても、古くから山川（'33）、日水研（'48）、東北水研（'49）が鱗を用い、宇野（'38）、安田（'39, '40, '41）、が脊椎骨椎体を用い、安田（'39, '41）、北水研（'51, '52）が耳石を用いて年令査定を行つた記録があるが、その具体的な方法が明らかでなく、また、標本数も少なく徹底的に解明されるには至っていない。

新潟近海におけるスケトウタラは全底魚漁獲物の約 $\frac{1}{2}$ を占め、底曳、延縄漁業の主要な部分を担っている。その重要性に鑑み、基礎的生態及び年級変動の激しいと思われる本種の量的変動を明らかにすることを目的としたスケトウタラ調査研究の一環として、年令査定の根本問題とこれに附随する成長その他の問題に関してある知見を得たので、その一部を報告する。なお、本論文を校閲して戴いた加藤源治氏並びに調査に御協力を願つた大内明氏に深く感謝の意を表する。

§ 材 料

1. 1952年9月～1953年4月	新潟港水揚底曳船漁獲物	1,771尾
2. 1952年11月～1953年5月	寺泊港水揚延縄船漁獲物	833尾
3. 1953年6月	新潟港水揚延縄船漁獲物	48尾
4. 1953年1月～同年4月	新潟県指導底曳船銀山丸漁獲物	1,195尾
5. 1953年1月～同年5月	能生、浦本港水揚延縄船漁獲物	269尾
6. 1953年6月～同年8月	佐渡両津港水揚延縄船漁獲物	151尾
総 計		4,267尾

年令査定方法の確立に際して、とくに次の諸項に重点をおいて研究を進めた。

1. 年令査定に用いられるすべての骨質部（鰓蓋骨、耳石、鱗、脊椎骨等）に対しての調査。
2. 年輪形成期の決定。
3. 得られた年令の査定結果と自然現象との一致性。
4. 標本数を多くし、数の不足によつて生ずる誤差を最小限にとどめること。

* 昭和28年11月、三重県津市にて開催された日本水産学会にて発表

§ 年 令 査 定 の 方 法

年令査定のために鰓蓋骨、耳石、鱗、脊椎骨を用いた。

1) 鰓 蓋 骨

鰓蓋骨は不規則な長楕円形をしているが、その長軸の中央部に鋸で傷を入れて横断し、断面を油砥石で磨り、滑らかな断面に現われる輪紋を検鏡した。

2) 耳 石

鰓蓋骨と同様に長軸の方向の中央部に鋸で傷をいれて切断し、油砥石で断面を滑らかにして検鏡した。

3) 鱗

魚体を8つの部分に分割し、採鱗するときの最適場所を求めた。このくわしい経過は後述するが、この結果、第1背鰭直下部の鱗がもつとも安定度のあることを知つたので、ここから10枚宛採鱗し、2枚のスライドガラスでプレパラートを作り、成長線の疎密を検鏡した。そのうちで代表鱗について露出部に現われる年輪を算え、さらに成長を調べるためにその一部は輪紋の対象軸にある focus から各年輪までの距離と全半径を測定した。測定には投影装置を使用した。投影装置による中心部と縁端との拡大率の誤差は、この場合問題になるほど大きくはない。

4) 脊 椎 骨

脊椎骨は49~50あるのが普通であるが、その第5~10番目の椎体凹面に現われる輪紋の状態にはほとんど相違がない。したがって第7~8番目の脊椎骨をとり検輪に供した。適度に乾燥すると透明層と不透明層とが明瞭に観察され、そのままでも縦断してもまったく同じにみるので、そのまま検鏡した。なお、脱脂その他の処理を施すと細い条紋が多数不規則に現われ、その疎密の状態も判定しがたくなるので無処理のまま調べた。

脊椎骨に関して安田('40)は産卵記号について述べているが、椎体の凹面をみると、年輪は透明層(冬季形成)と不透明層(夏季形成)とが交互に環状をなして現われているのに反し、産卵記号は不透明質が神経突起の出ている側において透けてみえるので両者の区別は割合に容易である。

§ 年 令 査 定 の 結 果

1) 鰓蓋骨による場合

輪紋が全く不明であり、スケトウタラに関しては年令査定に供し得ない。

2) 耳石による場合

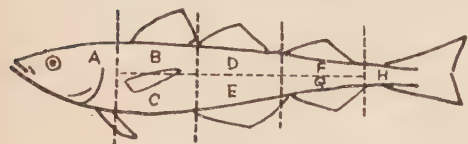
断面には focus を中心に透明層と不透明層とが交互に同心的に現われ、明らかな輪紋を形成する。しかし、若年群(1輪群、2輪群)においては明瞭に判別されるが、3輪群以上の大型魚では判定に苦しむものが多く、染色その他の処理を行つたが、あまり効果はなく、高年魚に対して耳石を用いることは不適当と思われる。

3) 鱗による場合

i) 採鱗部位の決定

第1図に示すようにスケトウタラを8つの部分に分割し、各部から10枚宛採鱗してプレパラートを作り、15個体について輪紋数の変異、再生鱗の出現率等を調べた。その結果が第1表である。

第1図 魚体分割図



第1表 部位による再生鱗, 正鱗出現率(%)

部 位	A	B	C	D	E	F	G	H
再生鱗出現率	35.8	19.3	24.7	32.0	24.7	17.1	23.6	35.8
正鱗出現率	43.3	72.7	72.0	66.7	74.7	74.3	72.2	56.7

採鱗に際しての部位による輪紋数の変異について分散分析を行つた結果を第2表に示した。

第2表 採鱗部位, 個体による輪数変異の分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平均平方
位 置	7	82	11.71
個 体	14	134	9.57
フ レ	98	660	6.73
全 体	119	1076	

位置による変異性の検定

$$F = 1.42$$

$$F_{0.05} = 1.78$$

$$F_{0.01} = 2.26$$

個体による変異性の検定

$$F = 1.74$$

$$F_{0.05} = 2.10$$

$$F_{0.01} = 2.82$$

の残存していると思われるのは B 部位であり, 他は水揚げ処理中に剥脱するものが比較的多くみられる。以上を総括すると, 鱗は第一脊鰭直下部から採るのがもつともよいという結論に達した。なお, 1 輪群では大部分の鱗が剥脱しており, 全個体からの採鱗は困難である。

ii) 不明瞭輪紋を有する個体の出現率

不明瞭輪紋を有する鱗をもつた個体の出現率は第3表に示した。3 輪群以上では 4.5% の低率である。

第3表 鱗輪紋不明瞭個体出現率(3 輪群以上)

	新潟港 底 曳	銀山丸 底 曳	寺泊延縄	能生延縄	両津延縄	総 計
不明瞭	46	19	12	3	7	87
全 数	532	355	747	133	150	1,917
%	8.6	5.4	1.6	2.3	4.7	4.5

る。1 輪群, 2 輪群では全個体がまったく明瞭に判別されるので, これらを総合するとこの割合はさらに小さくなる筈である。

iii) 年輪形成期

年輪形成期の決定は年令査定においてもつとも重要な問題である。形成期を知る一つの方法として focus から

最外輪紋までの距離 r_n と全半径 R とを測定し, その差の全半径に対する割合 $\frac{R-r_n}{R}$ の値を求めた。

その結果を第4~5表, 第2~3図に示した。なお, 年令によつて形成期が多少相違する傾向がみられ, また R, r_n も変化し, したがつて $\frac{R-r_n}{R}$ の値も変つてくるので, 同一年級群のみについて調べた。

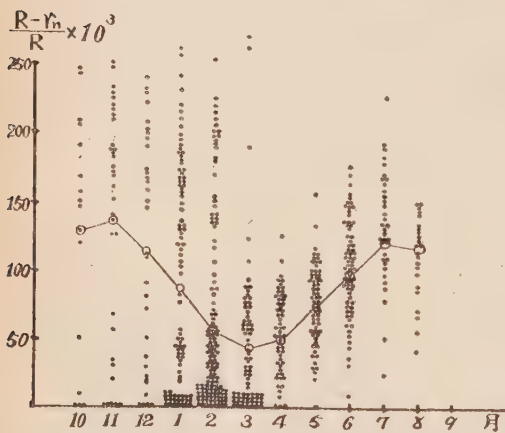
第2図, 第4表は1949年級群について, 第3図, 第5表は1948年級群についての結果である。この結果から, 鱗の年輪は秋の10月から翌年5月までの間に作られるが, 大部分は2月を中心として1~3月に完成し, また年に1回のみ形成されることも明らかである。若年群もほぼ同時期に形成されるようである。

第4表 鱗における年輪形成期 1949年級群(4年群) N : 標本数 $P = \frac{R-r_n}{R} \times 10^3$

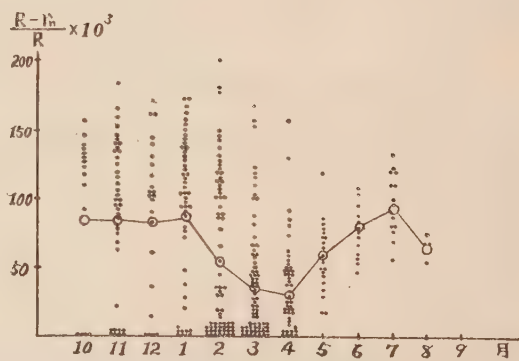
漁 場	10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
新潟港	17	122.7	21	129.9	33	113.4	50	77.0	59	62.6	21	52.0	19	56.8			41	87.7						
銀山丸							7	132.9	23	74.9	19	25.6	12	40.2										
寺泊			12	154.4			28	102.4	25	55.3	23	35.8	32	48.2	40	63.3								
能生									12	11.1	14	58.5			28	82.0								
両津																	40	109.8	34	123.0	23	112.4		
平均	17	122.7	33	138.8	33	113.4	85	90.0	119	58.3	77	41.8	63	49.3	68	71.0	81	98.6						

第5表 鱗における年輪形成期 1948年級群(5年群) N : 標本数 $P = \frac{R-r_n}{R} \times 10^3$

漁 場	10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
新潟港	15	92.9	24	89.7	23	89.7	34	95.4	18	66.9	4	45.8	16	33.3			5	89.8						
銀山丸							3	80.3	26	66.4	16	48.3	9	30.1										
寺泊			15	92.7			14	89.6	12	42.6	41	36.1	20	30.3	16	53.5								
能生									12	31.4	11	25.0			6	83.5								
両津																	9	85.2	16	98.7	4	61.8		
平均	15	92.9	39	90.8	23	89.7	51	92.9	68	56.2	72	37.7	45	33.6	22	61.7	14	86.9	16	98.7	4	61.8		



第2図 年輪形成期 (1949年級群)



第3図 年輪形成期 (1948年級群)

4) 脊椎骨による場合

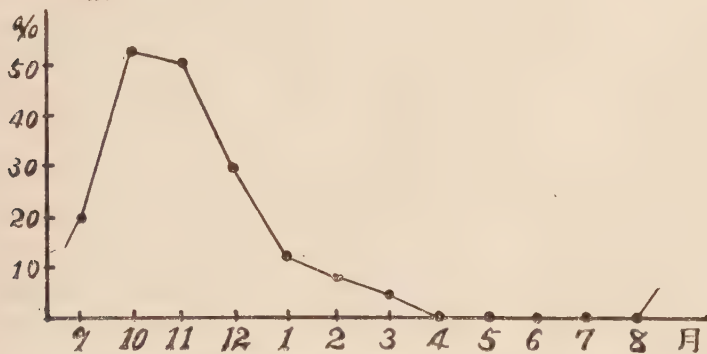
i) 不明瞭輪紋を有する個体の出現率

脊椎骨椎体凹面に現われる輪紋の不明瞭な個体の割合は、第6表に示すように13.3%である。これは鱗の場合に比較してやや高い値を示しているが、年令査定に供するにはさしつかえないように思われる。この値は3輪群以上の個体についての結果であり、1輪群、2輪群ではさらに一層明らかに判定できるので、全体的にみればこの比率はもつと小さくなるものと思う。

第6表 脊椎骨輪紋不明瞭個体出現率 (3輪群以上)

	新底	潟港曳	銀底	山丸曳	寺泊延縄	能生延縄	両津延縄	総計
不明瞭	69	25	66	2	13	175		
全数	438	227	528	76	71	1,340		
%	15.8	12.3	12.5	2.6	18.3	13.3		

外縁部透明個体数
全数 $\times 10^2$



第4図 脊椎骨椎体の外縁部透明個体出現率

ii) 年輪形成期

安田 ('41) が調べた結果によると大体12月～2月に形成されるとしている。

鱗の場合と同様に $\frac{R-r_n}{R}$ の

値を求めれば明瞭であると思うが、時間的に大量の標本を扱うことが困難であるので、単に最外縁が透明層か、不透明層かのいずれかに大別し、その割合を月別に追跡した。その結果は第4図、第7表に示した。

これによると、透明層が形成され始めるのは9月であり、10、11月には、全期を通じて透明層に終る個体の割合がもつとも多く、そ

第7表 脊椎骨における年輪(透明帯)形成期

A: 外縁部透明帯個体数 B: 標本数

		1952 9月	10月	11月	12月	1953 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
新底 潟港曳	A	4	21	28	19	20	13	2	0				
	B	20	40	49	65	102	141	39	32				
	A/B %	20.0	52.5	57.1	29.2	19.6	9.2	5.1	0				
銀底 山丸曳	A					2	14	8	0				
	B					10	141	42	30				
	A/B %					20.0	9.9	19.0	0				
寺泊延縄	A			4		8	0	0	0	0			
	B			15		120	67	93	74	74			
	A/B %			26.7		6.7	0	0	0	0			
能生延縄	A					1	0	0		0			
	B					10	8	10		20			
	A/B %					10.0	0	0		0			
両津延縄	A										0	0	0
	B										23	26	22
	A/B %										0	0	0
綜計	A	4	21	32	19	31	27	10	0	0	0	0	0
	B	20	40	64	65	242	357	184	136	102	23	26	22
	A/B %	20.0	52.5	50.0	29.2	12.8	7.6	5.4	0	0	0	0	0

の後は減少しており、4～8月の間は全部不透明層に終つている。この結果から、大体年輪（透明層）の完成する時期は9～4月の間であり、とくに11～2月にもつとも多く完成される。これは安田の結果ともよく一致している。

5) 鱗及び脊椎骨の輪紋数の一致度

鱗における輪紋数と脊椎骨における輪紋数との一致度は第8表に示すように、3輪群以上で完全に一致するものの比率は80.63%を示し、1輪群、2輪群は完全に全個体が一致する。したがって全個体を総合すると94.54%の高率で一致することが知られた。

第8表 鱗、脊椎骨による輪紋数の一致度

脊椎骨	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6	γ_7
鱗							
γ_1	800						
γ_2		980					
γ_3			7	7			
γ_4				254	81	3	
γ_5				15	257	22	1
γ_6					4	38	1
γ_7					1		6
鱗輪数-脊椎骨輪数			-2	-1	0	+1	+2
			1	19	2342	111	4

3輪群以上の一致度=80.63%

全体における一致度=94.54%

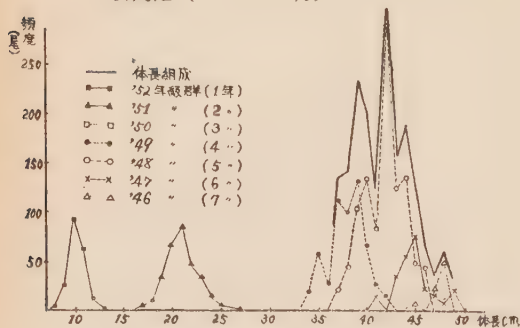
以上の結果から、鱗による年令査定が他に比較してもつともよい結果を与えている。したがって、今後スケトウタラの年令査定には鱗を用いることにし、脊椎骨はその補充材料にすればよいと思う。

以上の方法によつて得られた年令査定の結果と漁獲体長組成との関係を見ると、大体よく一致していることがわかる。ただし、1952年度のスケトウタラは3輪群すなわち1950年級群が極めて少なく、新潟港底曳船漁獲物中にはまったくみられず、わざわざ新潟県指導船銀山丸と能生港の延縄船で少量採集した程度である。次にその一例として、新潟港水揚底曳船と能生港水揚延縄船による漁獲物体長組成と年令組成を第5～6図に示した。若年

群は抽出率不明のため、実験に用いられた標本についてのみの組成である。したがって、これらの若年群は実際にははるかに大きな組成をもつものと考えられる。

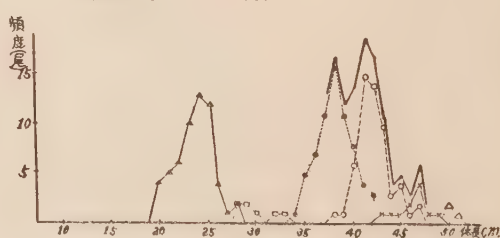
年令査定の結果から導びかれる年令組成や成長に関しては、今後も継続して調査するつもりである。

新潟港 ('52. 9～12月)



第5図 体長組成と年令別組成

能生 ('53. 4～5月)



第6図 体長組成と年令別組成

§ 摘 要

1. 鰓蓋骨は年令査定に供し得ない。

2. 耳石は若年群においては明瞭であるが、高年群に対しては不適當である。
3. 鱗による査定は、他に比較してもつとも信頼度が高い。その採鱗部位は第一脊椎直下部から採るのがもつとも適當であると思われる。
4. 鱗、脊椎骨の年輪は、ともに年1回形成されることが明らかである。鱗は10～5月、とくに大部分が2月を中心に1～3月に完成され、脊椎骨はとくに11～2月の間に完成することも確認された。

参 考 文 献

- 山田栄次（'33）メンタイの生態調査 水産研究誌 Vol. 38, 39.
- 宇野道夫（'38）スケトウタラの年令組成 水産学会誌 Vol. 5, No. 3.
- 安田秀明（'39）同一個体の魚鱗、脊椎骨及び耳石に顯われる輪数について 水産学会誌 Vol. 8, No. 6.
- 安田秀明（'40）スケトウタラの脊椎骨に顯われた産卵記号について 水産学会誌 Vol. 9, No. 2.
- 安田秀明（'41）魚類の鱗、耳石、脊椎骨に顯われる輪紋の生成に關与する要因の批判的研究 水産学会誌 Vol. 10, No. 1.
- 北海道区水産研究所（'51）以東底魚資源調査経過報告

スケトウタラの胃中から発見された特殊魚介類について*

加 藤 源 治

Special baits found in the stomach of the Alaska pollack,
Theragra chalcogramma.

Gendi KATOH

I 緒 言

本調査は佐渡海峡及びその周辺において、1951年10月から1952年4月にわたる期間並びに1953年1月から4月までの期間に漁獲されたスケトウタラ (*Theragra chalcogramma*) の胃内容物を検査して食餌組成を示し、併せて同海域における特殊発光性餌料に対して考察をこころみたものである。

この食性調査に使用した材料の採集は次の基準に従ったものであつて、1951年度の採集根拠地は新

潟港のみである。

なお、1953年の銀山丸操業中の水温は次の通りであつた。

船(根拠地)	銀 山 丸	新 潟 港	寺 泊
船のトン数	82 トン	約 30 トン	約 10 トン
漁 場	佐渡海峡禁漁区内	新潟沖禁漁区外	寺 泊 沖
漁 具	底 曳 網	〃	延 縄
抽出及び 操 業 回 数	1月……5日 9回 2月……10日 32回 3月……8日 27回 原則として漁獲物の全数を用いた。	毎8日 船 数 2 魚体測定資料から精密測定用に任意抽出	毎10日 船数2隻 1隻から 約25~40尾

水深	表 面	100~200 m (底)	200m以 深(底)
1 月	10.9~11.9°C	11.8°C	6.5°C
2 月	8.0~10.6°C	—	1.3~8.4°C
3 月	8.4~ 9.6°C	9.2°C	2.1~7.6°C

II 胃 内 容 観 察 結 果

Table 1 は1953年1~4月にわたる期間に漁獲されたスケトウタラ 2,032尾について月別及び体長別に全餌料の出現回数に対する各餌料の出現百分率を示したものである。

スケトウタラの胃内容物は 大別して、(1) *Crustacea*, (2) *Cephalopoda*, (3) *Pisces* の3網及び(4) Indistinct, (5) Empty の5区分に分けることができる。従来の報告(飯塚, 黒萩, '51, 他)にもあるように、このうち *Crustacea* の出現率がもつとも高く約70%を示しているが、これをスケトウタラの体長別に考察すると、*Crustacea* の出現率は小なる魚体の方が大型魚体(30~40cm)にくらべて高く80~90%を示している。

また、体長の如何にかかわらず *Crustacea* の索餌率の月ごとの増減は1月から4月にかけて次第に増加する傾向にあるが、全体的にみて月ごとの *Crustacea* の出現率の変動は3月が最高で1月に

* 昭和28年11月三重県津市で開催された日本水産学会にて発表

Table 1 底曳網で漁獲されたスケトウタラ胃内容物の出現百分率

Month Type	Jan.			Feb.			March			April		
	Lar.	Mid.	Sm.	Lar.	Mid.	Sm.	Lar.	Mid.	Sm.	Lar.	Mid.	Sm.
No. Exp.	183	101	93	383	251	154	308	178	67	192	41	81
<i>Sagittoidea</i>					0.7	1.2						
<i>Crustacea</i>	52.1	84.9	89.5	53.4	84.7	92.8	71.7	91.7	94.2	77.5	80.5	71.0
<i>Decapoda</i>	6.8			11.6	0.3		6.1	1.0		2.7		
<i>Pisces</i>	26.8	8.7		19.5	4.9	3.0	14.1	4.4		10.8	10.3	4.4
<i>Others</i>	1.4	0.8		0.2				0.5				
<i>Indistinct</i>		4.0	8.6	1.7	1.4	0.6	2.7	0.4			6.4	15.8
<i>Empty</i>	12.7	1.6	1.9	13.6	8.0	2.4	5.4	2.0	5.8	9.0	2.8	8.8

最低を示している。これは外界における *Euphausia* の大増殖と、1～2月の産卵期における摂餌量の減少が大いに関係していると思われる。しかし、その究明は *Euphausia* の生態を知悉してから分明する問題であろう。*Euphausia* の出現率はスケトウタラの摂食した *Crustacea* にとつて支配的な意味をもち、これと逆相関的に *Themisto* の類が食されている。なお、*Copepoda* は *Calanus cristatus* が少数例見られ、珍奇なものとして寄生性の *Caligus* sp. が1例見られた。

Cephalopoda 中、スケトウタラの餌料となり得るものは *Decapoda* の類で、これを食しているものはほとんどが大型魚群 (30～40 cm) であつた。その出現頻度の消長は2月が最高で11.6%，4月が最低で2.7%を示している。種類は小型の発光性の *Euprymna* sp. や *Watacenia scintillans* が主なものである。

Pisces に関してはスケトウタラは割合多種類食しているが、*Gadidae*、及び発光性の *Maurolicus japonicus* ISHIKAWA が大多類を占めていた。その他 *Arctoscopus*, *Bregmaceros*, *mullidae*, *Pleuronectinae* 等が食されていた。

Others の中には egg や *Eulamellibranchia* 等を含んでいる。

Empty の出現頻度は1～2月が高く、3～4月に向つて低くなつていのは、東北水研の業績 ('52) にもあるように、産卵期に索餌量が少なくなつたことを暗示するものであらうと考えられる。

Ⅲ 特殊餌料並びに考察

スケトウタラの食性に関する従来の知見は飯塚篤・黒萩尙 ('49, '50) が餌料構成の地域的変化を述べ、元田茂、森山祐郎 ('52) が、年度、季節、及び水深別による餌料構成種の動的変動並びにスケトウタラの食餌時刻についても輪及している。しかし、いづれにしても餌料構成種は大体において浮游生物であり、その主要なものは *Crustacea* とくに *Euphausia* であることは言をまたないが、本調査においては *Watacenia scintillans*, *Euprymna* sp. 及び *Maurolicus japonicus* ISHIKAWA 等発光性の餌料について注目してみた。

Table 2 は、調査に用いたスケトウタラの数、*Watacenia*, *Euprymna*, *Maurolicus* のいずれか、またはともに混食していた魚体数を雌雄別に示し、また、それらの魚体の胃中から摘出された発光性生物の数を示したものである。

これら発光性の動物はスケトウタラの餌料としては大型の部類に属するものであらうと思う。また、

一般的にみて雄に比して雌の方にこれらを食している個体が多かつたことがわかる。

しかし、もつとも特筆すべきことは1952年冬に全然現われなかつた*Maurolicus japonicus* ISHIKAWA が'53年冬には相当多量摘出されたことであろう。これはあたかも'52年冬にかなりの摘出個体数を見た発光性 *Decapoda* に代行するものであるかのようにみえる。もつとも、'53年冬は1月以前の調査を缺くため、この両年度の比較は困難であるにしても、両年度の1~4月だけを比較すると *Decapoda* の摘出個体はほぼ類似している観があり、*Decapoda* の餌料としての重要性はむしろ初冬にあると

Table 2 特殊餌料を摂取していたスケトウタラ雌雄数とその内容

月	調査回数	スケトウタラ			摘出個体数		
		調査個体数	♂	♀	ホタルイカ	ミミイカ	キウリエソ
x, '51	2	23	1	4	10	0	0
xi,	2	35	6	5	2	50	0
xii,	4	43	1	6	8	2	0
i, '52	3	16	1	3	6	1	0
ii,	1	4	1	2	9	0	0
iii,	2	13	0	5	9	0	0
iv,	1	10	0	1	2	0	0
Total	15	144	10	26	46	53	0
i, '53	9	163	8	18	0	0	56
ii,	10	245	16	23	6	2	134
iii,	5	104	2	4	1	0	10
iv,	4	40	0	2	0	0	3
Total	28	552	26	47	7	2	203

いえよう。もし、餌料の発光現象がスケトウタラの摂食行動と関係あるものとすれば、これらの発光性餌料の年度別、あるいは季節による変化を動的に眺めることによつて、さらに重要な問題が提起されるかもしれない。

なお、発光魚の同定を願つた東海区水研の阿部技官並びに本文を纏めるために浄書その他いろいろと御厄介になつた武田信昭君にふかく御礼を申しあげる。

IV 文 献

1. 東北海区水産研究所 ('51) 重要底魚の食性・東北海区水産研究所 海洋資源年報昭和26年度 第4底魚資源篇
2. 飯塚 篤・黒萩 尚 ('51) スケトウダラの食性の予備調査・北海道区以東底魚資源調査概報 第1報
3. 元田 茂・森山祐郎 ('52) 底魚類の食餌組成並に 大型底棲動物調査 (昭和25年度 及26年度) ・北部日本海深海魚田調査報告 第3報
4. 北海道区水産研究所, 北海道立水産試験場・北海道区底魚資源研究集団 ('53) 北海道区資源調査要報 第6

佐渡海峡底魚群集の構造(予報)

岡地伊佐雄

A study on the structure of bottom fish communities in the Straits of Sado

(Preliminary Report)

Isao OKACHI

I は し が き

佐渡海峡の底魚漁場では各種の魚介類が漁獲される。しかしながら、これらのものが各種混合的に無秩序にすみあつているものでなく、それぞれ独自の生態に基いて生活し、しかもそれらの間にはある一定の秩序がなり立っており、それにしたがって棲息していることはいうまでもない。業者のいう「たら場」、「おか場」等の漁場の呼び名はこのような動物群集の示す構造の一端を表現したものといえよう。

よつて、筆者は群集生態学的な立場から、この底魚漁場における各種動物の相互関係、およびそれらの社会的構造の解析を試み、極めて概括的ではあるが2〜3の知見を得たので報告する。

資料は昭和28年1月20日から3月17日までの間、佐渡海峡底魚資源調査のため、日本海区水産研究所資源部が新潟県水産試験場指導船銀山丸を使用して得たものであり、この間のべ61回にわたつて底曳網をひき、1回揚網ごとの漁獲物の記載が行われている。ただし、各魚種別の尾数は記録されていないので、魚種別の漁獲尾数は魚種別漁獲重量と推定平均体重とから推定した。

報告に先立ち、御教示と御校閲を賜つた日本海区水産研究所長内橋潔氏、同資源部長加藤源治氏、資料を提供され助力をいただいた同資源部大内明氏、西村三郎氏に深謝の意を表する。

II 群 集 の す み わ け

調査期間中に出現した動物のうち、その出現頻度の多いもののみを挙げ、それらの操業地点ごとの出現状況をみると第1表のようになる。これで見ると明瞭に漁場における構成種というものが2分されて存在していることがわかる。すなわち、これは業者のいう「たら場」と「おか場」の区分に該当する。これを地域別に区分すれば、第1図にみられるごとく200米等深線附近を境界とし、以深に「たら場」以浅に「おか場」が配列されている。しかも、ここにとりあげた比較的優勢と目されるものにおいては、境界はもちろん一線で画されるものではないが、この両地域にわたつて混獲されるも

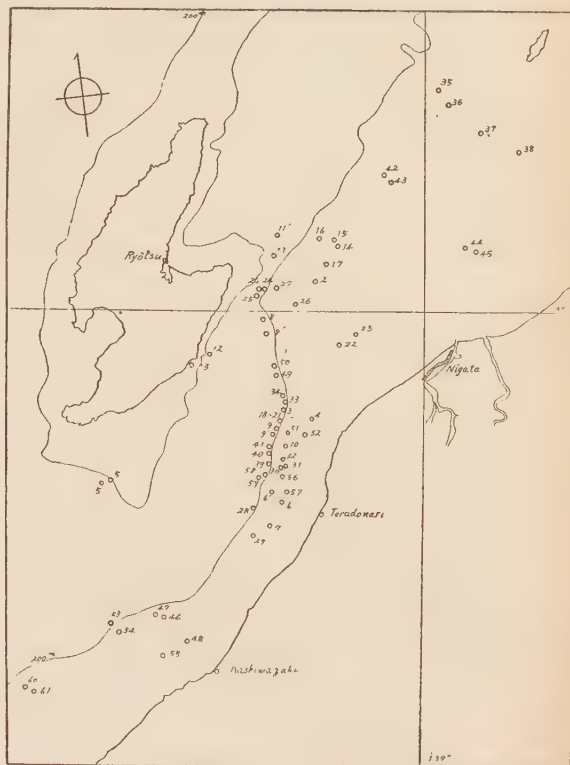
第 1 表

魚種名 地 点	マダラ	スケト ウタラ	ハタ ハタ	アカ ガレイ	ズワイ ガニ	ホク クエビ	ツカ カ	ニギ ス	ア ジ	タイ 類	イシ モチ	アン コウ	アカ エイ	カワ ハギ 類	ヒラメ	ホウ ウナ ラ	ボカ シ	ムシ イ、 ムシ ガ レ イ	ガ レ イ、 ヤ ナ ガ レ イ
3	○	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	×	×	×	...	×	×	×	×	×
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5'	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	...	×	×	×	×	×	×	×
6'	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
8	○	○	○	○	...	...	...	...	...	×	×	×	...	...	×	×	×	×	×
8'	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	○	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9'	○	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	...	...	...	×	×	×	×	×
11	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11'	...	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
12	○	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	...	×	×	×	×
14	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	...	...	...	×	...	×	×	×	×
15	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	...	×	×	×	×	×	×
16	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	×	...	×	×	×	×	×	×
17	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	...	×	×	×	×	×	×
18	...	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
19	○	...	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	...	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
21	○	...	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
21'1~2	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	×	...	×	×	×	×	×	×
22	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	×	×	...	×	×	×	×	×	×
23	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
24	○	○	○	○	...	...	...	...	×	×	×	...	×	×	×	×	×	×	×
25	...	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
26	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...	...	...	×	...	...	...	×	...	...	×	...	×	×	×
28	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	×	...	...	...	...	...	×	×
29	...	...	...	...	...	...	...	×	...	...	×	×	...	...	...	×	×	×	×
30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	...	...	×	×	×	×
31	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
32	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	...	×	×	×	×	×	×	×
33	○	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	×	×	...	×	×	×	×
34	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	...	×	×	×	×	×	×
36	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	...	×	×	×	×	×	×
37	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	...	×	×	×	×	×	×
38	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	...	×	×	×	×	×	×
39	○	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×
40	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
41	○	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	...	×	×	×	×	×	×
43	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	...	×	×	×	×	×	×
44	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	...	×	×	×	×	×	×
45	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	...	×	×	×	×	×	×
46	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	×	×	×	×	×	×	×	×
47	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	×	×	×	×	×	×	×
48	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	...	×	×	×	×	×	×	×	×
49	...	○	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×
50	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
51	...	...	...	...	...	...	...	×	...	...	×	×	...	×	×	×	×	×	×
52	○	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×
53	○	○	○	○	...	...	...	×	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×
54	...	...	...	...	...	...	...	×	...	...	...	...	×	...	...	...	...	×	×
55	...	...	...	...	...	...	...	×	×	...	×	×	...	...	×	×	×	×	×
56	...	...	...	...	...	...	...	×	×	...	×	×	...	...	×	×	×	×	×
57	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	...	...	×	×	×	×	×
58	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	...	...	×	...	×	×	×	×	×
59	...	○	○	○	○	○	...	...	...	...	...	×	...	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...	...	×	...	...	...	×	×	...	...	...	...	...	...
61	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×	...	...	...	...	×	×

のはみられず比較的明瞭な区分を示し、推移帯の範囲はあまり広くないと考えられる。なお、ここにとりあげなかつたが、ごくわずかな地点においてあんこう、たこ類が上記両域にみられた。このような地域性構造を持つにいたつた原因はともかく、以上のごとく 200 米等深線附近を境界とし「たら場」の群集と「おか場」の群集がすみわけを行つている。

Ⅲ 群集の類型

前節で「おか場」と区別された「たら場」の地点間において、元村('35)の方法によりそれら各地点における各種類の個体数から、それらの群集相互間の相関係数を算出すると第 2 図が得られる。この結果「たら場」における群集は多数の地点よりなる 2 つの類型と、1 ないしは 2 地点からなる 4 つの類型とに区別される。これらの類型ごとにそれを構成する個体数の組成をみると(第 2 表) 11・26・8・58・19・9'・

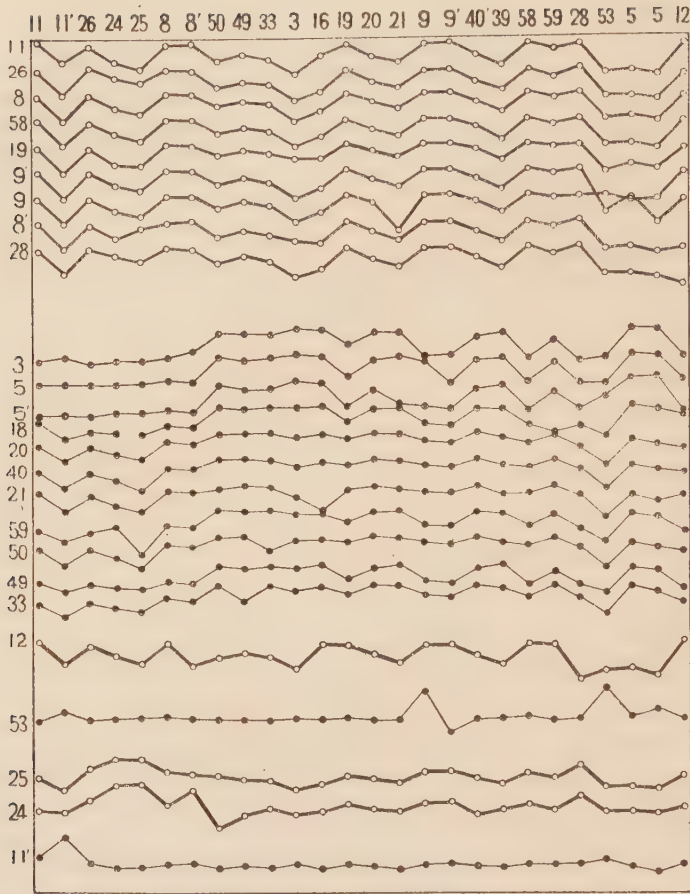


第 1 図 調査地点分布図

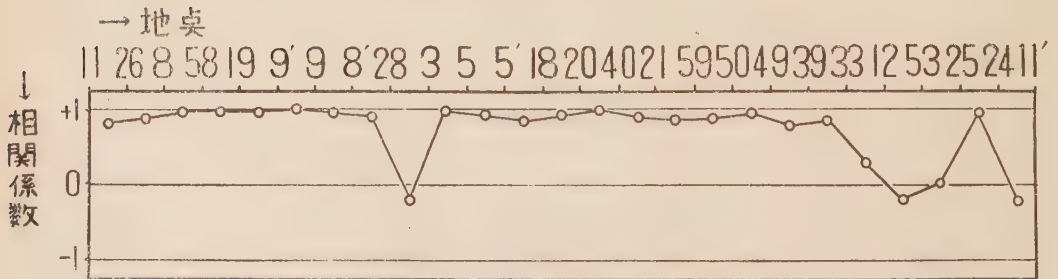
9・8'・28 の群集ではハタハタが最も多数を占めており(以下これを H 群集とする)、3・5・5'・18・20・40・21・59・50・49・39・33 の群集では ホツコクアカエビが最も多い(以下これを E 群集とする)。また、25・24 ではスケトウタラの仔魚(ボンタラ)が最も多い(以下これを P 群集とする)。これら各群集内の各地点間の相関係数は高い値を示すが、群集と群集の境界ではその値は低くなる。(第 2 図、第 3 図)

第 2 表 群集別漁獲尾数表

			た ら 場			お か 場			
			ハタハタ群集	ホツコクアカエビ群集	ボンタラ群集	ニ	ギ	ス	尾
マ	ダ	ラ	尾 51	尾 27	尾 4	タ	イ	類	3,200
	ク	仔	33	100	—	イ	シ	モ	200
ス	ケ	ト	177	205	13	エ	イ	類	40
ウ	タ	ラ	813	53	4,333	カ	ワ	ハ	280
ハ	タ	ハ	29,050	4,810	2,100	ヒ	ラ	メ	150
ア	カ	ガ	713	449	5	ホ	ウ	ボ	600
	レ	イ				カ	ナ	ガ	
ズ	ウ	イ	290	545	7	ム	シ	ガ	6,300
	ガ	ニ				ヤ	ナ	ギ	
ホ	ツ	コ	2,360	10,860	80	ア	ム	シ	7,300
	ク	ア					ガ	レ	
	アカ	エ					イ	イ	
	ビ						ジ		



第 2 図 各地点における群集組成間の相関係数の系列



第 3 図 隣接する地点間の相関係数系列図

Ⅳ 群 集 の 構 造

元村 ('32) は湖底群集内の各種類の生物の個体数を多い順に配列したところ、個体数 n はその種の順位 xi に対して等比級数的な関係があるという等比級数法則を見出した。いま、ここでそれぞれハタハタ、ホツコクアカエビを優占種とする各群集において、順位を横軸にとり個体数の対数を縦軸にとつたグラフを画くと第 4 図のごとくなる。おのおのについて最小自乗法によつて求められた直

線は次の式であらわされる。

$$\text{H 群集; } \log y + 0.374x = 4.375$$

$$\text{E 群集; } \log y + 0.364x = 4.209$$

また、「おか場」全体については;

$$\log y + 0.284x = 4.294$$

この一般式 $\log y + ax = b$ において、 a はその直線の傾斜の度合をしめすものであるから、この値が大であれば第1の順位をしめる個体数がいちじるしく多く、従つてこの群集は比較的単純な構造であることを示し、この値が小であれば各種の差が少く複雑な群集を構成していることになる。上記3例でみると、H群集とE群集との間では b の値は似ているが、「おか場」群集とH・E群集との間ではこの値に相当の差がある。このことは「たら場」よりも「おか場」の群集の構造が複雑であることを示す。P群集については資料が少ないので直線式を求めなかつたが、図から推定すると、H・E群集よりも a の値が大きいに思われる。事実ここではポンタラの尾数は他の種類より非常に多く、第2順位以下のごく少ない単純な群集構造を示している。

内田('43)はこのような法則を示す原因として、生存競争による説明を行つている。いま、ここでこの例により内田の説を検討することはできないが、以下に述べる事実はこの法則の原因を解明する一端となり得るかも知れない。H群集とE群集において、1位と2位はハタハタとホツコアカエビがともに順位を交換しており、3位以下の配列は両群集ではアカガレイがともに4位をしめるほか、全く異つた順位を示す。

H群集では3位がポントラであり、ハタハタとポントラの食餌の主なるものがともに端脚目の *Parathemisto* sp. であることが注目される。また、E群集ではポントラは下位にさがり3位はズワイガエとなり、ともにその行動と食性が相似たものではないかと推察されるが、これもまた興味ある点である。



第4図 $\log y + ax = b$ にあてはめた各群集
I—H群集, II—E群集, III—おか場群集
IV—P群集を示す。

V 考 察

i 以上の結果から底魚群集の社会構造についての考察を述べると、「たら場」と「おか場」にお

けるすみわけはかなり厳密なものであるが、しかし、各種類別にこれらの動物の行動をしらべると、ある週期をもち相当の変化がみられるにちがいない。けれどもここでわけられた「おか場」と「たら場」にあらわれたものの行動の基点となる空間乃至地域というものは、この2つの地域間において全然転換してしまう可能性はないと思われる。何故ならば従来いわれて来たように、海底地形の構造からみて200米等深線のもつ生態学的意義は重要なものであり、この線を境としてこれを透過往来しての生物間の相互作用乃至は行動というものは、特定の行動、例えば産卵回游等をのぞき生活様式の変化に及ぼす影響が大きいため、相当制約されるであろう。佐渡海峡においても大陸棚とその斜面における生物群集の分布は、やはり200米等深線によつて影響されている。

ii H群集とE群集との構成種そのものの変化はないが、それぞれの個体数の比率は異つている。このことはH群集の占る地域とE群集の占る地域においては、それぞれの種類が棲むに必要な種々の条件を備えていることには変りはないが、いいかえれば、それぞれの種類の必要とする生活の場は存在していても、その生活の場の許容量がことなつているため、個体数の比率が相異なるのであろう。生活の場の許容量というものはそれ自体のもつ特性だけでなく、他の種類のもつ生活の場によつて、いろいろと影響を受けるであろう。更に群集全体として著しい海況の変化、例えば寒流水系の卓越、暖流水系の侵入等により影響されることがある。近年佐渡海峡内のスケトウタラの漁獲にかなりの年変動がみられるのもこの影響によるものであろう。

したがつて、H群集とE群集の構成種の順位の相異もこのような生物相互間の作用に原因し、また、生活の場自体の性質の差にもよるものと思われる。

VI 摘 要

1. 佐渡海峡において底曳網により漁獲されたものを材料とし、それら底漁群集の生物社会学的な分析をこころみた。
2. 佐渡海峡において大陸棚から大陸棚斜面に移行する200米等深線を境界とし、以深の「たら場」と以浅の「おか場」との間にすみわけが見られ、底魚漁場の構成に大きな意味をもっている。
3. 「たら場」の群集は、ハタハタ群集、ホツコクアカエビ群集、ボンタラ群集等にわけられる。そしてハタハタ群集とホツコクアカエビ群集では構成種は同じであるが、それぞれの個体数の比率・順位はことなる。
4. 「たら場」のハタハタ群集、ホツコクアカエビ群集及び「おか場」の群集全体について、元村('32)の等比級数法則がみられるが、「おか場」の群集の構造は「たら場」のそれよりも複雑である。

VII 参 考 文 献

- 元村 勳 ('32) : 群集の統計的取扱に就いて, 動雑, 44; 379—383.
 ——— ('35) : 群集の統計法における相関係数の利用, 生態学研究, 1; 339—342.
 日本海区水産研究所 ('53) : 底漁資源調査概報, 生物関係.

Résumé

1. The materials used here were obtained from the collection by trawling in the

Sado Strait Area, Niigata Pref., from January to March, 1953.

In the present paper, the author studied the distribution of bottom fish from the biosociological point of view.

2. The habitat segregation of the bottom community is seen between the deep sea area (Taraba area) and the shallow sea area (Okaba area) whose boundary lies approximately along the 200 meter bathymetric line.

3. In the Taraba area three types of associations are found: Hatahata association, Hokkoku-akaebi association and Pontara association.

Of these, the former two associations have the same species constitution, but differ from each other in the dominance-order relation of associate species.

4. It was further shown that the individual numbers of species in the Taraba community follow Dr. MOTOMURA's law of geometric series.

In the Okaba area, however, the faunistic constitution is more complex than in the Taraba area.

日本海西南海域における底魚資源研究 (I)

ソウハチ *Cleisthenes Herzensteini* (SCHIMDT) の年令査定,
年令組成及び生残率

渡 辺 徹

The population studies of the bottom-fishes in the south-western
Japan Sea (I)

Age determination, composition and survival rate of
Cleisthenes Herzensteini (SCHIMDT)

Toru WATANABE

I 緒 言

魚類の年令を決定し、その年令組成、更には生残率を明らかにすることは適正漁獲量並びに漁業管理の問題と関係して、魚類資源の調査研究にとって、重要であることは論を俟たない。筆者は以東底曳担当者会議の決定による以東底魚資源全国調査の一環として、1952年10月から、日本海西南海区の重要魚種であるソウハチ *Cleisthenes Herzensteini* (SCHIMDT) の資源調査を行つてきたが、年令査定、年令組成及び生残率の推定について、2, 3の知見を得たので報告する。なお、本調査は現在も継続中であることを付言する。

II 材料及び方法

(1) 材 料

Table 1 に示すごとく、1952年10月8日から1953年2月14日までに、兵庫県香住港入港漁船から魚体標本の採集を行つた。採集位置は Fig. 1 に示すごとく、所謂日本西南海区の全域に亘っているが、主として、日御岬西方漁場から見島北方漁場に至る海域で採集されている。Table 1 の漁場番号は Fig. 1 中に記入されている番号と対応している。抽出回数は19回、測定尾数は第2次陸上抽出*により5,019尾、第3次陸上抽出*により1,136尾である。ただし、年令査定に供した標本数は第2次陸上抽出標本中、漁場番号1・2・3を除いた4,553尾で、それらは全て年令組成の推定標本として用いられた。第3次陸上抽出標本1,136尾は生物学的精密調査即ち、鱗及び耳石の輪径測定、生殖腺、胃内容物等の調査に供した。

* 実際には魚獲が母集団よりの第1次抽出となるが、ここでは陸上抽出の意味で箱抽出を第1次、以下第2次、第3次抽出した。(4)参照

Table 1. Samples from each station.

Station	Fishing Date	Exp. No. of 2nd Sampling	Exp. No. of 3rd Sampling
1	1952.10. 8	209	99
2	12	134	44
3	18	123	45
4	21	478	98
5	28	458	91
6	11. 2	240	48
7	8	149	49
8	12	174	41
9	17	286	59
10	22	244	51
11	27	216	45
12	12. 1	330	68
13	12	340	66
14	1953. 1. 6	262	54
15	20	395	81
16	25	220	44
17	30	365	73
18	2. 9	159	32
19	14	237	48
Total		5,019	1,136

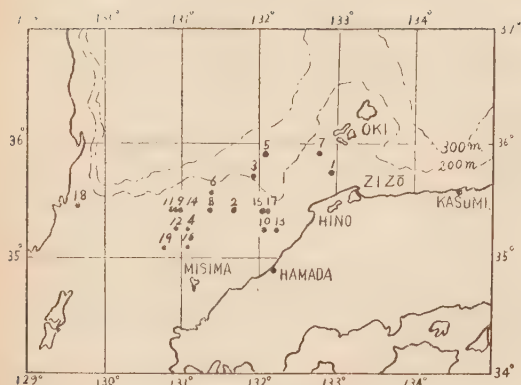


Fig. 1 Localities of sampling stations.

(2) 標本抽出の方法

漁獲物は母魚群体の単純任意抽出標本と考え、日による系統抽出法を採り（抽出比率）、同一日の入港船の抽出は標本を有する第1入港船とした。更に、漁獲物からの魚体標本の抽出は多副次抽出法を採用した。即ち、魚市場に陸揚げされた漁獲物は、魚種別、大きさ別に箱単位（6貫メ入りトロ函）に配列されている。従つて調査対象魚種ソウハチの大きさ別の各箱を夫々の階層と見做し、各階層から夫々一箱づつ第1次任意抽出（抽出比 $r_{i1}=1/N_i$ ；但し i は i 階層を表わし、 N_i は i 階層に属する箱数を表わす。）を行い、これら各階層の一箱毎に夫々異つた抽出比（ $r_{i2}=W_i/6$ ；但し W_i は抽出標本重量、6は一箱中に含まれる標本重量、単位は貫匁である。）で第2次任意抽出をする。次にこれら各階層からの第2次副次標本をこみにして、抽出比率で第3次系統抽出を行つた。Table 1 は各副次標本の標本数を示し、Table 2 は各副次標本の各々の階層毎の抽出比 r_{i1} 、 r_{i2} 及び第2次副次標本の各階層毎の体長の範囲を示す。Table 2 において、各項の上段の数は第1次及び第2次抽出比の夫々の逆数、即ち $1/r_{i1} \times 1/r_{i2}$ をもつて表わし、下段のそれは各階層毎の体長の範囲を表わす。St. 4 で採集された標本の D-階層で、第2次抽出比 r_{i2} が $6 \times 1/4$ であることは、一箱中の $1/4$ が

Table 2. Sampling ratio and range of body length at each stratum

Stratum		A	B	C	D
Station					
1	r_i R				
2	r_i R				
3	r_i R				
4	r_i R	15 × 2 (17~28)	12 × 3 (11~20)	14 × 4 (10~16)	37 × 6/4 (5~12)
5	r_i R		5 × 3 (14~20)	33 × 4 (10~17)	12 × 6 (8~16)

6	r_i R		7×3 (15~26)	32×4 (10~18)	
7	r_i R			4×4 (10~18)	
8	r_i R			2×4 (10~18)	2×6 (9~15)
9	r_i R	6×2 (23~29)	13×3 (17~25)	38×4 (15~21)	20×6 (10~18)
10	r_i R	1×2 (19~30)		4×3 (11~21)	19×6 (9~15)
11	r_i R		6×3 (18~26)	13×4 (12~20)	36×5 (11~15)
12	r_i R	17×2 (19~32)	23×3 (16~20)	33×4 (13~18)	128×5 (10~15)
13	r_i R	3×2 (19~35)	4.5×4 (9~22)	13×5 (11~17)	13×6 (7~13)
14	r_i R	6×2 (18~29)	10×3 (16~22)	26×4 (11~17)	
15	r_i R	4×2 (20~26)	5×3 (16~21)	30×4 (12~20)	16×6 (8~15)
16	r_i R	7.5×2 (18~28)	13×3 (15~23)	30×4 (10~18)	
17	r_i R	1×2 (21~26)	2×3 (12~21)	11×4 (13~19)	6×6 (9~14)
18	r_i R	8×2 (21~31)	17×4 (18~23)	51×5 (8~20)	
19	r_i R	5.5×2 (19~28)	6×3 (15~21)	37×5 (11~17)	

r_i : $1/r_{i1} \times 1/r_{i2}$ (Sampling ratio)

R: Range of body length, unit: cm

ソウハチで他は別種のカレイ類であつたことを意味する。

(3) 年令査定の方法

年令組成推定のための年令査定は耳石によつた。耳石を有眼側及び無眼側より1尾宛2ヶ採取し、水洗して磨くことなく検鏡板上に載せて査定したが、高年魚では有眼側の耳石の輪紋は不明瞭であり、無眼側の耳石に輪紋が明瞭に認められた。鱗は小型若年魚及び鮮度の悪い魚体では脱落していることが多く、更に鱗の付着している個体でも、採取された鱗が異常鱗である場合も屢々で、第2次抽出標本の全個体を年令査定することは不可能であり、従つて(4)で後述する年令組成への引伸しを不可能ならしめる。故に鱗によつては、採取された正常鱗のみについて、その査定結果と耳石によるそれとの差を検定するに止めた。

(4) 年令組成の推定法¹⁾

(2)で既述した抽出方法により、 i 階層での第1次抽出比 $r_{i1}=1/N_i$ 、第2次抽出比 $r_{i2}=W_i/G$ とし、その階層 i 中で年令 a に属する個体数を f_{ai} とすれば、全階層に含まれる年令 a の総個体数 F_a は

$$F_a \equiv \sum_i \frac{1}{r_i} \cdot f_{ai} \quad (\text{但し } r_i = r_{i1} \cdot r_{i2})$$

その割合 P_a は

$$P_a = F_a / \sum_a F_a$$

である。

(5) 生残率の推定法

漁獲物は個々の独立魚群体の単純任意標本と仮定し、更に各年令群は変動のない同一年級群と見做して、土井の回帰分析法²⁾、及び LEA-田中の方法³⁾から見掛けの生残率を推定した。

III 結果 及 び 考 察

(6) 年 令 査 定

鱗による年令査定結果から、ソウハチの輪紋の形成は冬期に行われることが指摘されている。(日水研, 1952)⁴⁾ 筆者は耳石によって年令査定を行い、以下の結果を得た。

(6-1) 耳石半径と体長との関係 標本を隠岐周辺漁場、日御岬西方漁場及び見島北方漁場の3部に区分し、隠岐周辺漁場から St. 7 の標本 (49尾)、日御岬西方漁場から St. 10, 13 (117尾)、見島北

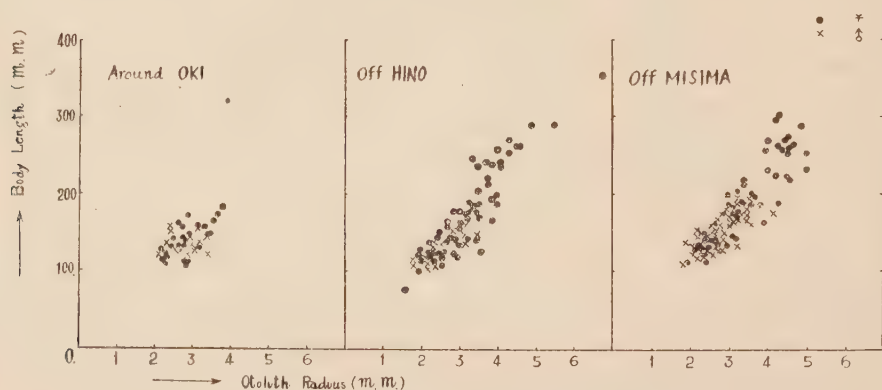


Fig. 2 Relation between the otolith radius and the body length in respective fishing ground.

方漁場から St. 9, 11 (129尾) をとつて、耳石半径と体長との関係を見れば Fig. 2 のごとくである。いま体長を l m.m., 耳石半径を r m.m. とし回帰直線を求めると、

(隠岐周辺漁場)

$$\text{♀ } l = 32.52r + 49.42$$

$$\text{♂ } l = 5.36r + 120.75$$

(日御岬西方漁場)

$$\text{♀ } l = 56.88r - 5.69$$

$$\text{♂ } l = 29.65r + 57.15$$

(見島北方漁場)

$$\text{♀ } l = 54.96r + 5.26$$

$$\text{♂ } l = 32.56r + 60.13$$

である。然るにこれら各関係式の回帰係数の検定を行えば、以下に示すように全ての標本について、母集団回帰係数 $\beta=0$ の仮説を 5% の危険率をもつて棄却しうる。

即ち

(隠岐周辺漁場)

$$\text{♀ } t = 4.965 \quad (t_{.05} = 2.052 \quad \text{d.f.} = 28)$$

$$\text{♂ } t = 2.330 \quad (t_{.05} = 2.110 \quad \text{d.f.} = 17)$$

(日御岬西方漁場)

$$\text{♀ } t = 19.425 \quad (t_{.05} = 1.987 \quad \text{d.f.} = 89)$$

$$\text{♂ } t = 6.754 \quad (t_{.05} = 2.064 \quad \text{d.f.} = 24)$$

(見島北方漁場)

♀ $t=15.016$ ($t_{.05}=1.997$ d.f.=65)

♂ $t=7.519$ ($t_{.05}=2.004$ d.f.=55)

である。従つて前述の回帰方程式は全て有意である。

石田, その他 (1950)⁵⁾ はアブラガレイの体長と耳石半径, 更に甲 (1952)⁶⁾ は同種の体長と椎体半径との関係が漁場間で差のあることを報じているが, ソウハチについて体長と耳石半径の回帰係数を漁場間について差の検定を行えば, 隠岐周辺漁場の標本は雌雄ともに他の漁場と差があり, 日御岬西方漁場標本と見島北方漁場標本との間には雌雄ともに差は認められなかつた。ただし, 両者の検定の信頼度は95%である。

即ち,

隠岐周辺漁場標本—日御岬西方漁場標本

♀ $t_0=7.833$ $t_0 > t_{117(.05)}$

♂ $t_0=4.138$ $t_0 > t_{41(.05)}$

隠岐周辺漁場標本—見島北方漁場標本

♀ $t_0=6.199$ $t_0 > t_{93(.05)}$

♂ $t_0=7.541$ $t_0 > t_{72(.05)}$

日御岬西方漁場標本—見島北方漁場標本

♀ $t_0=0.588$ $t_0 < t_{151(.05)}$

♂ $t_0=0.669$ $t_0 < t_{79(.05)}$

であり, $t_0 < t_0(\alpha)$ のとき, 仮説 $\beta_1 = \beta_2$ を棄てえないから, 前述の如く日御岬西方漁場標本と見島北方漁場標本とは5%の危険率をもつて同一母集団の回帰係数を有するものといえ, 隠岐周辺漁場の標本は日御・見島両漁場の標本とは異つた回帰係数を有する母集団から得られたものと推定される。

(6—2) 耳石透明帯の形成 期耳石透明帯の形成は, Fig. 3 に示す如く, 少なくとも10月より翌年

2, 3月の間に行われるものと推定される。

Fig. 3 は第2次抽出標本の耳石縁辺に生ずる透明帯を調べて得た結果である。即ち, 年令別(既成透明帯数別)に新透明帯完成標本数 n と年令別総個体数 N との比 n/N を百分率として, 採集日順に画いた。但し, 5年(既成透明帯数5又は5+新透明帯数1)及びそれ以上の高年魚は, 標本数が過少であつたため除いた。

Fig. 3 で明かな如く, 年令により, 又漁場により, 透明帯形成期は多少異なるが, 概して12月より翌年2月の冬期に形成の盛期があると推定される。透明帯の形成が1年に1回であると断

定することは, 調査が周年行われていない現在, 尙危険なことではあるが, *Gadus callarias* は9月から翌年2月に, *Theragra chalcogramma* の3年魚では11月から翌年2月に耳石透明帯が形成され(安田, 1941)⁷⁾, *Kareius bicoloratus* では8・9月に透明帯が現われ, 翌年2月に透明帯の形成が止み, 1年に1回の耳石透明帯の形成が行われる(HATANAKA, & others, '52)⁸⁾。更にソウハチの鱗 circuli の休止帯が冬期に形成され(日水研, '52)⁹⁾, 更に筆者の認めた鱗及び耳石か

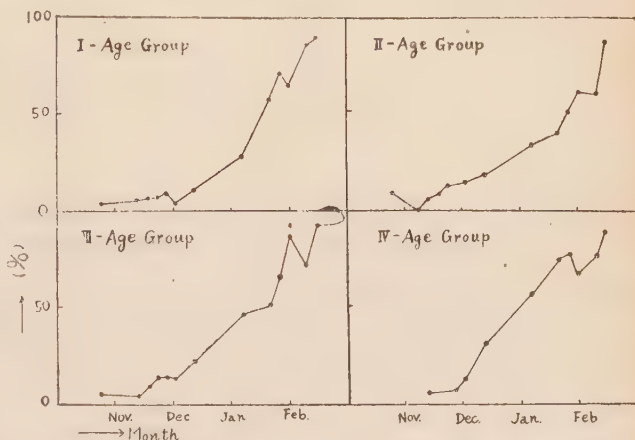


Fig. 3 The season of formation of the transparent resting zone on the otolith. Arranged into age groups.

ら得た計算体長でも殆んど差がなく、(後述 6--3)，又各年令群の平均体長も以前求められた値(日永研, '49, '50, '52)^{(9), (10), (4)}と一致しているところから、耳石の透明帯が1年に1回、10月から翌年2・3月の冬期を中心とした晩秋・初春の候に形成され、それを年輪として認めることは妥当なものと思われる。

(6-3) 耳石及び鱗による計算体長 Table 3 は耳石から得た計算体長の平均値を、漁場別、年令

Table 3. Calculated body length of *Cleisthenes hernensteini* by otoliths.

St.	Age	Sex	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
7	I	♀	5.20						
		♂	5.52						
	II	♀	4.87	9.89					
		♂	5.05	9.43					
8	I	♀	5.53						
		♂	5.28						
	II	♀	4.89	12.30					
		♂	4.55	9.06					
	III	♀	4.74	10.55	15.35				
		♂	4.29	8.87	12.68				
	IV	♀	6.57	13.06	18.26	22.30			
	V	♀	6.05	13.70	17.84	22.30	27.09		
4	I	♀	5.04						
		♂	5.13						
	II	♀	5.55	11.86					
		♂	5.06	12.02					
	III	♀	5.58	11.85	16.22				
		♂	5.74	11.63	15.69				
	IV	♀	5.25	12.46	16.47	19.59			
	V	♀	5.37	10.65	16.14	20.39	23.21		
	VI	♀	6.54	13.06	17.11	20.82	23.32	25.82	
	VII	♀	5.58	13.03	18.25	23.10	25.31	27.18	29.41

別、性別に示した。但し、St. 7, St. 8, St. 4 の各漁獲標本を前期漁場区分の代表標本と見做して示してある。この表から見ると、St. 4 で♀の最大計算体長 $l_7=29.41\text{cm}$ 、♂の最大値 $l_3=15.69\text{cm}$ を得た。これら各平均計算体長は鱗から得た値と略々一致し、更に筆者は第3次抽出標本を用いて鱗による計算体長の平均値と、耳石との対応計算体長の平均値とを F-検定した結果は、Table 4 及び Table 5—1, 5—2 に示す。1年魚の♂から得た鱗と耳石との l_1 は5%の危険率をもつて、St. 3,

Table 4 F-test of the calculated body length (l_1) by scales and otoliths in 1-age group.

Sex	Station	3	4	5	6	7	9	10	* 11	12	13	
♂	$\bar{x}$	Sc.	5.59	5.51	5.31	5.59	5.28	6.60	5.12	5.80	6.19	5.78
		Ot.	4.85	5.13	5.18	5.21	5.52	5.88	5.00	6.00	5.33	5.28
	s	Sc.	0.39	0.89	0.71	0.42	0.57	0.59	0.95	1.09	0.84	0.46
		Ot.	0.60	0.66	0.60	0.49	0.69	1.39	0.61	0.44	0.81	0.89
	D.F.		18	36	28	28	12	20	12	28	26	14
	F_0		10.69	2.19	0.29	5.09	0.50	2.79	0.08	0.43	7.60	1.99

♀	$\bar{x}$	Sc.	5.77	5.43	5.04	5.62	5.51	5.87	5.70	5.30	6.08	5.97
		Ot.	4.93	5.04	5.73	5.75	5.20	5.34	5.45	5.46	5.39	5.53
	s	Sc.	0.88	0.87	0.99	0.73	1.31	0.81	0.79	0.66	0.41	0.85
		Ot.	0.52	0.87	0.77	0.81	0.30	0.61	0.86	0.53	0.60	0.76
	D.F.		18	24	58	16	14	20	30	14	12	40
	F ₀		6.68	1.31	9.08	0.13	0.64	3.01	0.73	0.28	6.43	3.12

Sc.: By scales, Ot.: By otoliths, D.F.: Degree of freedom,
Confidential degree of F-test: 95%.

Table 5-1 F-test of the calculated body length (l_1) by scales and otoliths in 2-age group.

Sex	Station	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	
♂	$\bar{x}$	Sc. Ot.	5.80 5.55	5.71 5.06	4.70 5.20	5.68 5.90	5.26 5.05	5.10 4.59*	6.31 5.14		5.74 5.44	6.00 5.08
	s	Sc. Ot.	0.86 0.36	0.92 0.79	0.41 0.65	1.02 1.25	1.42 0.78	1.41 0.51	0.71 0.29		0.46 0.41	0.99 0.80
	D.F.		4	6	22	8	20	10	8		8	34
	F ₀		1.98	1.15	5.08	0.23	0.60	0.64	1.12		11.85	12.97
♀	$\bar{x}$	Sc. Ot.	6.10 4.86	5.88 5.57	4.82 5.26	6.83 5.75	5.63 4.87	5.35 5.07	6.22 5.28	5.14 5.23	5.34 5.48	5.42 5.00
	s	Sc. Ot.	0.57 1.14	1.00 0.57	0.80 0.83	0.85 1.57	1.19 0.78	0.94 0.89	0.90 0.71	0.96 0.74	0.79 1.06	1.58 0.99
	D.F.		14	22	24	6	36	40	20	28	12	18
	F ₀		7.58	0.87	1.89	1.46	5.42	9.83	7.40	0.08	0.12	5.07

Table 5-2 F-test of the calculated body length (l_2) by scales and otoliths in 2-age group.

Sex	Station	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	
♂	$\bar{x}$	Sc. Ot.	11.93 11.36	11.83 12.02	10.48 10.39	12.73 11.44	11.83 11.29	13.19 11.34	12.80 11.60	11.44 11.60	12.05 9.06	
	s	Sc. Ot.	1.61 0.65	1.92 2.03	0.73 0.77	1.23 1.34	0.32 1.27	1.04 0.59	0.96 1.44	1.62 1.09	1.79 0.96	
	D.F.		4	6	22	8	10	8	8	34	10	
	F ₀		0.32	0.02	0.86	2.51	1.02	11.97	2.40	0.12	13.00	
♀	$\bar{x}$	Sc. Ot.			10.99 10.27	13.99 11.84	11.95 11.94	12.66 12.06	11.77 11.28	11.93 12.72	12.87 11.44	12.23 12.30
	s	Sc. Ot.			1.92 1.60	1.03 3.20	1.87 1.48	1.79 1.68	1.89 1.52	2.01 1.69	1.57 1.82	1.39 1.89
	D.F.				24	6	40	20	28	12	18	22
	F ₀				1.08	1.62	0.00	0.63	0.61	0.63	3.54	0.01

St. 12 の標本を除き有意差は認められず、♀では St. 5 を除き両計算体長の平均値間に有意差は認められない (Table 4)。更に 2 年の ♂ の l_1 では St. 12, 13 を除き、♂では St. 9 を除き、同様に両者から得た平均値の間には 5 % の危険率をもつて有意差は認められない (Table 5-1)。又 2 年魚の l_2 は ♂ で St. 9, 13 を除き有意差は認められず、♀ではいづれも鱗及び耳石から得た夫々の計算体長平均値間に有意差は認められなかつた (Table 5-2)。Table 5-1 の St. 10 の ♂, Table

5—2 の St. 10 の♂, St. 3, 4 の♀, 更に3年魚以上の標本では, 標本数が少かつたため, 検定出来なかつた。

以上の諸結果から筆者の認めた耳石の透明帯を年輪と査定して, それから得た結果は鱗の査定結果とも略々一致し, 両者の計算体長の検定結果も殆んど差が認められず, 後述の年令別平均体長も略々正しいと認められるところから, 耳石透明帯は年1回晩秋から早春の候にかけて形成されるものと推定され, 透明帯を年輪と認めることは妥当なものと考えられる。

(7) 年令組成

(7-1) 漁獲に現われた年令群及びその組成 (3)で前述した方法を用いて, St. 4 から19までの第2次抽出標本を, 漁場に於ける魚群体の単純任意抽出標本と考えられる漁獲物組成にまで引伸し, その年令別個体数 F_a (a は年令階級) と全個体数 $\sum F_a$ とを各漁獲標本毎に Table 6 に示した。それら各年令別の個体数を千分比 $(F_a/\sum F_a) \times 10^3$ として, 対数尺をとつて図表に示した(Fig. 4)。図中の上段の数字は各漁場番号を示し, 下段のそれは引伸した総漁獲尾数 $\sum F_a$ を表わす。各ヒストグラムの配列は, 隠岐周辺漁場の St. 7 標本から隣接漁場順, 採集日順に St. 5, 10, ..., 19, 18 までとした。0, I, II, III, IV は1, 2, 3, 4 の各単一年令群を示し V+は5年魚及びそれ以上の年令群を含めて示した。

漁獲物にあらわれた年令群の範囲は, 0年から9年魚までであつて, その中1年魚が圧倒的に多く, 528.57% から 912.67% を占めている。0年魚群は, 見島北方漁場で1952年10月21日 (St. 4) に2尾 (♀: 5.9 cm, ♂: 5.6 cm) 採集され, 更に '53年2月9日, 対馬北方海域 St. 18において3尾 (平均体長9 cm) 採集されたに過ぎず, 引伸しをした全体の千分比で前者は2.04%, 後者は42.55%である。(8-1)で後述する如く, 0年魚群の棲息場については不明の点が多いが, これらの漁獲物組成が母魚群体の組成を全く代表したものと仮定すれば, 0年魚群の棲息場は1年魚群以上のそれと異つたものと考えられ, その量的に少いことは網目の選択効果¹⁰⁾と推定される。

しかし, 網目の効果が全ての漁獲物に作用したと考えられるから, 漁獲物に0年魚の全く見られな

Table 6 Age-composition of the catch in each fishing station.

Station \ Age	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	Indist	Total
7		1,584	768	32						2,384
5		25,722	11,281	645						37,648
10		13,500	2,194	146	18	4	6	2		16,870
13		15,716	5,147	419	144	24	6			21,456
15		20,319	8,706	811	12				100	29,948
17		5,142	4,240	340	6					9,728
6		16,977	3,596	645	126	28				21,372
8		1,424	264	84	4				24	1,800
4	112	45,317	8,139	748	440	64	90	30		54,940
9		56,872	12,361	2,457	396	246	24			72,356
11		19,624	3,856	604	90					24,174
12		88,690	13,199	1,761	680	170	136	34	34	104,704
14		13,134	3,348	488	96	16		8	30	17,120
16		9,519	4,500	930	90	45	30		45	15,159
19		19,628	1,571	263	22	11			11	21,509
18	1,020	16,320	5,233	1,224	64	96	16			23,973

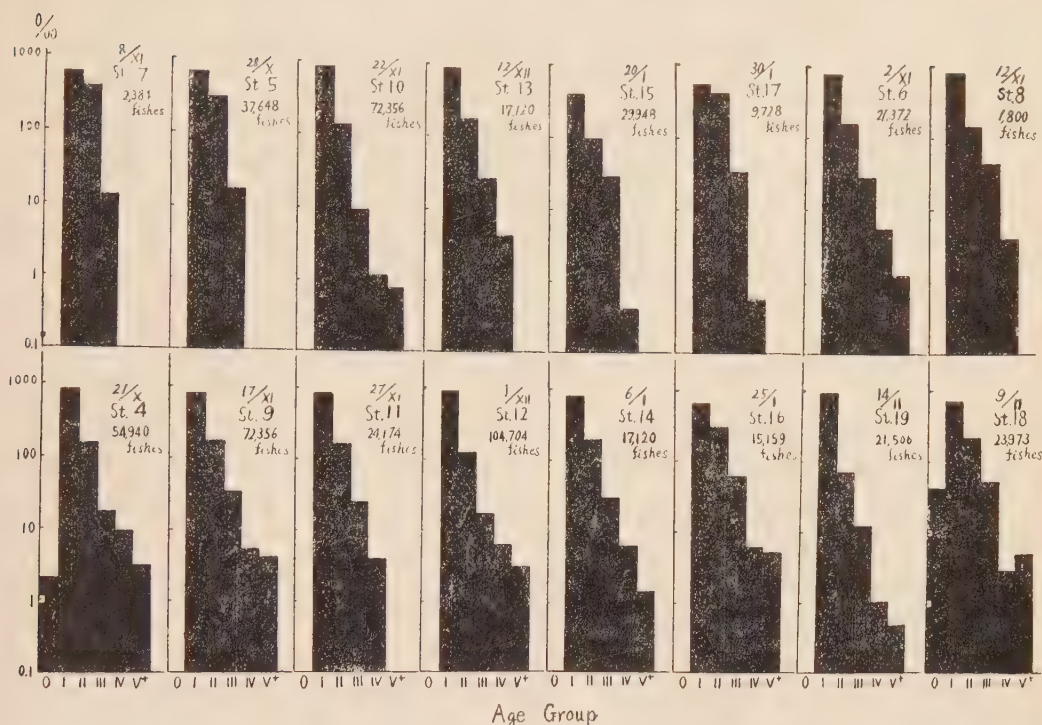


Fig. 4 The logarithmic histograms of the age composition of *Cleisthenes Herzensteini* landed at Kasumi fish market.

かつた前記 2 漁場以外の海域にも 0 年魚の棲息の可能性は充分あると考えられ、0 年魚群の棲息場は他の年令群と同一海域にあるとも思われる。

St. 7, 5 の隠岐周辺漁場で 1 年魚群の比が 2 年魚群のそれに比して比較的小さいことは、網目の効果とも考えられるが、母魚群体組成も充分検討されなければならず、今後の調査に俟たなければならない。更に同漁場では 4 年以上の高年魚が見られず、又見島北方漁場では 5 年以上の高年魚がかなり多い。高年魚は St. 13 で 9 年魚 (35.2 cm) が記録されたが生殖腺は認められなかつた。♀の最高年では 29.8 cm の 7 年、♂では 23.3 cm の 3 年魚が見島北方漁場の St. 12, St. 9 で夫々採集されている。又年令不明のものは St. 6 で全漁獲物の 13.33%, St. 14 で 0.51%, St. 15 で 3.34%, St. 16 で 2.97% であり全組成に対して極めて少い。

成長については、ここでは詳細な報告をなし得ないが St. 7, St. 10, St. 4 の各漁場標本の年令別、雌雄別の平均体長を示せば、Table 7 のごとくである。各平均体長を年令の一年異なる同一漁場標

Table 7 Mean body length, classified into age and sex groups at each station.

Station	Age sex	$\bar{x}, s$	0	I	II	III	IV	V	VI
			$\bar{x}$	$\bar{x} \pm \sqrt{s^2}$	$\bar{x} \pm \sqrt{s^2}$	$\bar{x} \pm \sqrt{s^2}$	$\bar{x} \pm \sqrt{s^2}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
St. 7 (OKI)	♂			12.5 ± 0.95	14.2 ± 0.94				
	♀			11.7 ± 0.44	15.2 ± 1.64				
St. 10 (HINO)	♂			12.2 ± 0.83	14.2				
	♀			13.4 ± 1.18	18.0 ± 1.35	23.5 ± 1.84	24.0 ± 1.25		26.4
St. 4 (MISIMA)	♂	5.4		11.2 ± 1.78	15.7 ± 1.44	18.9 ± 0.48			
	♀	5.9		11.2 ± 1.35	17.6 ± 2.14	20.8 ± 1.02	23.9 ± 1.00	25.1	28.0

$\bar{x}$: Sample mean of body length s^2 : mean square

本間で平均値の差の検定を行えば、等平均の仮説は 5 % の危険率をもつて棄却することができ、更に之等の値は鱗及び耳石を用いて得られた値（日水研, 1949, '50, '52）⁹⁾と一致するから各年令別、性別平均体長の値は妥当なものと考えられる。

(7-2) で後述するごとく、これら各標本は St. 7, 5, 17 を除いて等比級数的年令組成をなしている。各年級群の補充量に年々の変動がなく、自然死亡率が同一で、漁獲が各年令群に均一に行われたとすれば、漁獲に現われる年令組成は母魚群体の等比級数的組成を代表するものであろう。産卵期は 2 月から 3 月に盛期を有するから（日水研, 1952）⁹⁾、現在の 0 年魚が満 1 年となり、その中の成長のよいものが漁獲に現われて来るであらうと予想される。Fig. 4 で明らかな様に、0 年魚群の少いのに較べ、1 年魚群は圧倒的に多いから漁獲への補充群は 1 年魚とすることができよう。

なお、単一年令群の体長組成は理論的に正規分布をなす筈である。しかし実際には正規性が少々乱れてあらわれ、理論的正規性が認められるものは 1 年魚群のみである。それ以上の年令群については、測定標本の漁獲物からの抽出、更にはそれらの漁獲物への引伸しの誤差も、正規性を乱す要因と考えられるが、漁場及び雌雄間の成長差、更にそれらの混合もこの要因と考えられこれ等の要因分析が行われるべきであると思われる。

(7-2) 年令組成の等比級数的分布 独立魚群体の年令組成は、各年令群の生残率が ρ に等しく、しかも年々の変動もなく、又毎年の添加量が同一であれば、母年令組成は等比級数的分布をなし、 ρ はこの級数の公比としてあらわれてくる（田中, 1953）³⁾。即ち、年漁獲物が母魚群体の単純任意抽出標本であれば、各年令群の年令を x としたときは、漁獲物の年令組成は母年令組成と全く同じ ρ^x の分布をなす。従つて、年令を x_k 、尾数を f_k ($k=1, 2, \dots, N$) とすれば、

$$y=a+bx$$

$$(\text{但し, } y_k=\log_{10} f_k)$$

の直線回帰があり、 $b=\log_{10} \rho$ から ρ が求められる（上井, 1949）⁹⁾。Table 8 はこの上井の回帰分析

Table 8 Regression analyses of the age composition by Dor's method.

Station	Factor.	S.S.	D.F.	E.V.	F ₀ .
7.	Linear regression	1.4360.	1.	1.4360.	F ₀ =7.609<F ₁ ¹ (0.05)
	Error	0.1887.	1.	0.1887.	
	Total	1.6253.	2.		
5.	L.R.	1.2811.	1.	1.2811.	F ₀ =9.766<F ₁ ¹ (0.05)
	E.	0.1312.	1.	0.1312.	
	T.	1.4123.	2.		
10.	L.R.	8.3582.	1.	8.3582.	F ₀ =100.957>F ₃ ¹ (0.01)
	E.	0.2485.	3.	0.0828.	
	T.	8.6067.	4.		
13.	L.R.	5.1518.	1.	5.1518.	F ₀ =207.20>F ₃ ¹ (0.01)
	E.	0.0763.	3.	0.0254.	
	T.	5.2281.	4.		
15.	L.R.	5.7427.	1.	5.7427.	F ₀ =21.84>F ₂ ¹ (0.05)
	E.	0.5349.	2.	0.2675.	
	T.	6.2776.	3.		
17.	L.R.	5.0254.	1.	5.0254.	F ₀ =17.53<F ₂ ¹ (0.05)
	E.	0.5733.	2.	0.2867.	
	T.	5.5987.	3.		
6.	L.R.	4.9289.	1.	4.9289.	F ₀ =234.92>F ₃ ¹ (0.01)
	E.	0.0064.	3.	0.0021.	
	T.	4.9353.	4.		

8.	L.R. E. T.	2.6425. 0.0420. 2.6845.	1. 2. 3.	2.6425. 0.0210.	$F_0=125.83>F_2^1(0.01)$
4.	L.R. E. T.	4.8401. 0.1311. 4.9712.	1. 3. 4.	4.8401. 0.0437.	$F_0=111.03>F_3^1(0.01)$
9.	L.R. E. T.	3.8739. 0.0946. 3.9685.	1. 3. 4.	3.8739. 0.0315.	$F_0=122.98>F_3^1(0.01)$
11.	L.R. E. T.	3.0583. 0.0039. 3.0622.	1. 2. 3.	3.0583. 0.0020.	$F_0=1529.15>F_2^1(0.01)$
12.	L.R. E. T.	4.5200. 0.0805. 4.6005.	1. 3. 4.	4.5200. 0.0268.	$F_0=169.48>F_3^1(0.01)$
14.	L.R. E. T.	5.4332. 0.0119. 5.4451.	1. 3. 4.	5.4332. 0.0049.	$F_0=1358.30>F_3^1(0.01)$
15.	L.R. E. T.	4.0295. 0.1360. 4.1655.	1. 3. 4.	4.0295. 0.0453.	$F_0=88.95>F_3^1(0.01)$
19.	L.R. E. T.	6.9838. 0.1808. 7.1646.	1. 3. 4.	6.0838. 0.0603.	$F_0=115.83>F_3^1(0.01)$
18.	L.R. E. T.	3.8810. 0.3926. 4.2736.	1. 3. 4.	3.8810. 0.1309.	$F_0=29.66>F_3^1(0.01)$

の方法を用いて、回帰性の検定を行つた結果である。

即ち、St. 7, 5, 17 の各漁場標本を除く他の全ての標本は、95%以上の信頼度を以つて、上井の x, y は線型回帰をなす。従つて、年令組成は等比級数的分布をなすといえる。厳密に言えば線型の有意性と直線性の有意性とは異つてゐる。St. 7, 5 に於て等比級数的分布が見られないのは、それが独立魚群体でなく、年々他の海域から補充されて生ずるためであるのか（後述、8—1）、或いは抽出誤差によるためであるのか、今の処断定出来ない。St. 17 で等比級数的分布が見られなかつたことは、その付近の漁場では全て等比級数的分布が認められていることから推定して、抽出誤差と考えられるが、時期的に見て高年魚の減少していることは、他の漁場へ産卵のため洄游したのではないかと推定される。

(8) 魚群体の分離と混合

(7—1) で前述した様に、0年魚の棲息場については不明の点が多く、それらの採集地点から推定して、漁獲物組成が母魚群体の組成を全く代表したものとする^{*1}ば、少なくとも見島北方漁場から対馬北方漁場までの付近海域にそれらの棲息場があるものと考えられる。日本海西南海域に於ける0年魚の記載は、山中・岡地(1952)¹²⁾が1才魚として、1951年9月から12月までに9cm^{*2}の体長を有し、ここで1才とは産卵期を考慮して満1年を経過していないものであると報じている。従つて、これは筆者の云ふ0年魚と一致しているが、山中・岡地の報告には採集位置が明示されていない。更に0年魚ではないが、孵化後満1年を経過したと推定される幼魚が次の各地点で採集された（水試、1948、日

*1 網目の選択効果があるから0年魚の棲息場の推定は漁獲による採集地点だけからは無理であらう。

*2 平均体長と推定する。

採 集 日	採 集 地 点	尾 数	平 均 体 長
1948. Ⅲ. 22	35° 25' N 131° 55' E	14	7.2cm
〃 〃 24	35° 15' N 130° 35' E	83	8.0
〃 〃 26	35° 15' N 130° 55' E	2	6.7, 7.2
〃 Ⅴ. 13	35° 15' N 131° 25' E	94	8.7
1949. Ⅳ. 7	35° 15' N 131° 35' E	81	8.6
〃 Ⅴ. 10	35° 25' N 131° 35' E	27	9.3

水研 1950)^{9), 10)}

更に産卵場については見島・対馬の付近海域が主な産卵場と推定され（日水研, '52)⁹⁾, 実際に10月31日及び4月28日に夫々2尾の成熟した雌親魚を採集し、翌年3月27日より5月5日までの間に放卵精後の雌雄計80尾を主として見島・対馬北方漁場に於て、その一部を日御岬西方漁場に於て採集している（農林省水試, 1949, ; 日水研, '50, '52)^{9), 10), 4)}。熟卵を有していた個体の採集記録からみて、産卵場は広く日御岬西方漁場より見島・対馬北方海域に亘つて存在し、その主な場所は見島・対馬北方海域にあるものと思われる。従つて、今後の調査に俟たねば結論することは危険であるが、産卵場と0年魚及び生後満1年足らずの幼魚の棲息場が一致した海域にあるところから、ソウハチの若年魚は満1年を経る頃まで産卵場付近の海域に於て成育するのではないかと思われる。

然るに産卵場から遠く離れている隠岐周辺海域に於て、発生後2夏を経過したと推定される1年魚、更に2, 3年魚が漁獲され*, それ以上の年令群は見られない。成熟魚はこの海域で全く認められなかつたから、この海域の魚群は産卵群とは考えられない。従つて、この魚群体は他の見島・対馬或いは日御岬西方漁場の魚群体とは組成の上で全く異つていているといえる。前述の如く筆者の得た標本は漁獲物によるもののみである。従つて、これから直ちに魚群体を規定することは隠岐周辺から得られた標本が2つの漁獲物であつてみれば、危険を免れないであらう。即ち、漁獲があくまでもソウハチを対象としてなされているのではなく、各種の魚種を時期により種々に漁獲するのであるから操業された海区のみにについては断定的に云いうるけれども、操業の行われなかつた海区についての推論は尙危険であらう。従つて、操業の及ばなかつた海区に高年魚が棲息しているといふことも考えられるから、隠岐周辺海域の魚群体がそれ独自の産卵場を有していて、それ自身独立した魚群体であるのか、或いは産卵場を有しないため、他の海域からの魚群の補充によつて維持されている完全な依存魚群体であるのか不明である。

しかしながら、日御岬西方漁場を中間魚群体とみて、隠岐周辺漁場の魚群体と見島・対馬北方漁場の魚群体とは成長度に差があり（日水研, 1952), 又体長と耳石半径との関係に於て、隠岐周辺漁場の標本は前記2漁場の標本と差があり、年令組成の上で異つていている。成長度、回帰関係の差が

- 1) 産卵場を異にする魚群体の遺伝的な差であるか。
- 2) 同一の産卵場を有しながらも、産卵期の初期と後期に産卵されたために生ずる時間的「ずれ」によつて、発生、成育場を異にしたため、生理的、生態的差となつたものであるか。

* 0年魚及び熟卵を有する親魚は全く漁獲されていない。0年魚が漁獲に現れないのは、果してそれが棲息していないのかどうか、網目の選択効果が作用していると考えられるから、漁獲物だけから判定することは危険であらう。産卵群の漁獲されないのは棲み分けも考えられるが、他の漁場でその現象が見られていないから、隠岐周辺漁場だけ特定の環境条件によつて支配されていると考えてもよいだろうか？

今後隠岐周辺漁場に見られる魚群体の形成過程及び産卵期に於ける洄游経路等が判明しなければ、今のところ断定できないが、前述(7-1)からも明かなごとく St. 7, 5 の隠岐周辺には主として満3年までの魚群しか見られず、更に冬期から春期に亘る産卵期には18cm以上の高年魚群が見島・対馬北方漁場に増加してくる(日水研, 1952)⁴⁾。従つて、隠岐周辺漁場に満3年間棲息したと推定される魚群は産卵期に主産卵場と見做される海域に集中して、他の漁場の産卵群に加わり、産卵終了後もそれまでの棲息場であつた隠岐周辺漁場には帰らずに、日御岬西方或いは見島・対馬北方の産卵場付近海域に棲息して、それより若い隠岐周辺の魚群と分離して、前記二漁場の魚群に合流・混合するものと推定される^{*1}。

しかしながらまだ隠岐周辺漁場の魚群体の産卵場が明確に把握されず、更には2夏を経過する以前の若年魚の発生或いは洄游の状態が判明せず、隠岐周辺漁場に棲息する魚群と日御岬西方及び見島・対馬北方漁場の魚群とは、

- 1) 完全に分離してしまつた race であるのか?
- 2) 不完全ながら分離混合をなしているため、race を規定することができないのか?
- 3) 完全な混合をなしているために、一つの race のようになっていくのか?

今のところ断定することは危険であろう。

(9) 生残率の推定

以上の様な race に関する問題の曖昧さを考慮して、前記各漁獲標本を先づ四つの漁場即ち隠岐周辺、日御岬西方、見島北方、対馬北方の各漁場に区分し、これらを夫々の独立魚群体と仮定し、更に以上四つの魚群体は、隠岐周辺と日御岬以西の魚群体の二つに、或いは全漁場は一つの単一の独立魚群体であると仮定して、夫々の魚群体について、生残率を推定した。

Table 9, Fig. 5 に示すように、各漁場の漁獲物組成は、隠岐周辺では1年魚から3年魚まで、日御岬西方漁場では1年魚から9年魚、見島北方漁場では0年魚から7年魚、対馬北方漁場においては0年魚から6年魚まで見られ、それらの中見島北方及び対馬北方漁場の0年魚は前述(7-1)のように、網目の選択効果を受けて量的に少い値を示しているものと推定され、日御岬西方漁場の9年魚は8年魚がみられず、7年魚から1年超えて9年魚があらわれているために、先の0年魚とともに生残率の計算から除いた。

これらの各魚獲物を前述の仮定のごとく、母魚群体の単純任意抽出標本とすれば、隠岐周辺の標本

Table 9 Age-compositions of the catch in each fishing ground

Age Fishing Ground	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	Indist.	Total
around Is. Oki		27,306	12,049	677						40,032
off Cape Hino		73,078	24,147	2,445	310	56	12	2	124	100,174
off Misima	112	252,784	46,974	7,251	1,814	552	280	72	120	309,959
off Tusima	1,020	16,320	5,233	1,224	64	96	16			23,973
South-western Sea Region of J. Sea	1,132	369,488	88,403	11,597	2,188	704	308	74	244	474,138

*1 同一海域内において年令による棲分けが行われているとすれば、この推定は未だ確定的なものとは云えないが、少くとも筆者の得た標本からはその後も隠岐西郷島の浦浦沖10哩の地点において大型魚が僅か採集されたに過ぎない。従つて棲息場(産卵場)を隠岐水道に有する高年魚はその若年魚の一部分で、大部分は日御岬西方、見島・対馬北方海域に洄游するものと思われる。

*2 隠岐周辺の魚群体は日御岬西方、見島・対馬の魚群体から何らかの要因で一時的に分離した状態にあるもので、その後は完全な混合をなすとみる。

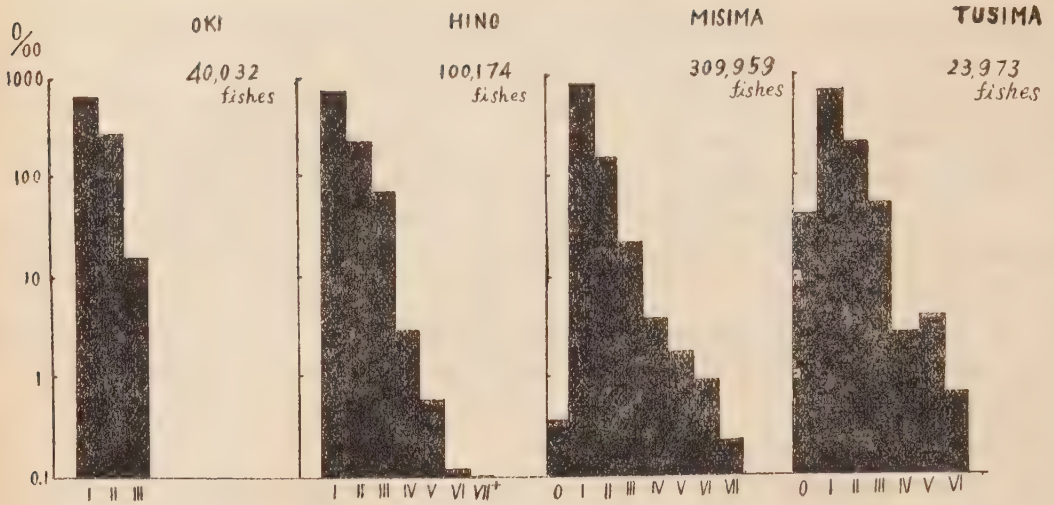


Fig. 5 The logarithmic histograms of the age composition. of the catch in each fishing ground.

を除いて等比級数的年令組成をなしており、(信頼度: 95%以上), これらについて夫々の生残率を推定すれば, Table 8 から次の推定値を得る。

即ち

魚 群 体	$\hat{\rho}_1^{*1}$	$\hat{\rho}_2^{*1}$
隠 岐 周 辺		0.323
日 御 岬 西 方	0.165	0.270
見 島 北 方	0.264	0.184
対 馬 北 方	0.188	0.290

次に第二の仮定—隠岐周辺を除いた全ての魚群体は同一である—に従つて見掛けの生残率を求めれば, $\hat{\rho}_1=0.2347^{*2}$; $\hat{\rho}_2=0.209$ を得る (Fig. 6)。

更に西南海区のソウハチ資源を全て同一の魚群体と見做した第三の仮定をとつて生残率を推定すれば, $\hat{\rho}_1=0.242^{*3}$, $\hat{\rho}_2=0.218$ を得る。(Fig. 7)

以上の様に、各漁場を夫々の魚群体の独立した棲息場と考へて、それらを独立魚群体と見做して得た見掛けの生残率も、又隠岐周辺漁場だけを独立魚群体他の三つの漁場を合したものを一つの独立魚群体として得た値も、或いは全体を一つの独立魚群体として得た値も略々 0.2 から 0.3 付近の範囲に落ちる。従つて、第二、或いは第三のいずれの仮定が正しいとしても、略々 0.20 から 0.25 の範囲内に生残率があると推定され、これらの値は山中・岡地 (1952)¹²⁾の 0.20~0.22 の値とも略々一致する。

ソウハチの自然死亡率については不明であるが、それを可成り大きく 0.3 にとつても、漁獲率は 0.64 から 0.71 と非常に高い値を示している。従つて、この状態が年々恒常性を保つていゝとすれば、日本海西南海区のソウハチ資源は低位安定の状態と云えよう。

前述したように、本調査は現在尙継続中で、今後の調査を俟たなければ決定的なことは云えないが、標本の漁獲物組成への引伸しの精度の問題、生残率と漁獲率との問題も精査されなければならず、産卵、発生、補充量、更には漁場移動、成長、race の問題にもなお調査を推進したい。

*1 $\hat{\rho}_1$, $\hat{\rho}_2$ は土井 LEA-田中に見掛けの生残率推定値

*2 年令組成は等比級数分布をなす信頼度は 95%以上

*3 年令組成は等比級数的分布をなす。但し、信頼度 95%

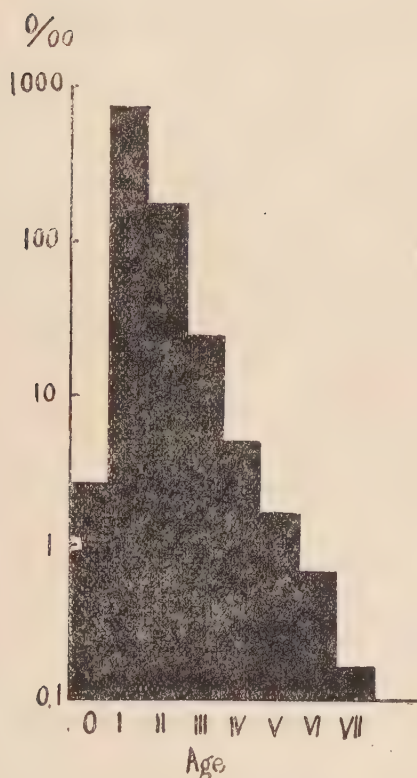


Fig. 6 The logarithmic histogram of the age composition of the catches except around Oki.

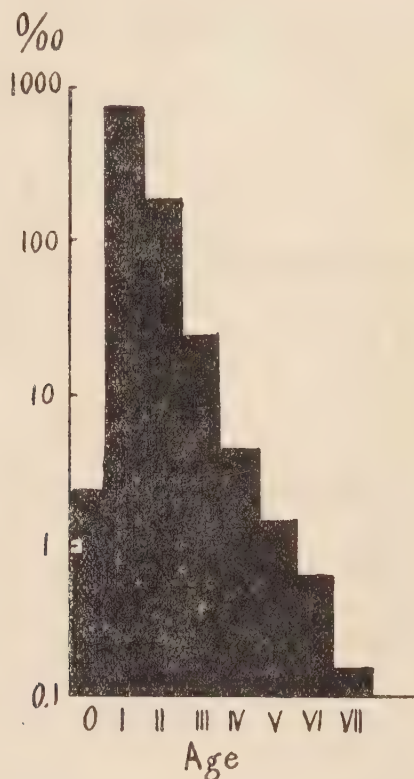


Fig. 7 The logarithmic histogram of the age composition of total catch.

終りに臨み、本稿を草するに当り、終始鞭撻下された日本海区水研所長内橋技官、資源部長加藤技官、又研究に有益な御教示を賜つた水産庁調査研究部笠原技官、日本海区水研山中、大内両技官、更に調査に直接御援助下された小西岩三、夏川の両氏に深甚の謝意を表する。

IV 摘 要

香住港に陸揚げされる、日本海西南海域のソウハチ *Cleisthenes Herzensteini* の漁獲物標本を調査した結果、年令査定、年令組成、生残率の推定について、次の結果を得た。

- (1) 耳石半径 (r m.m.) は、体長 (l m.m.) とは一次回帰関係にある。
- (2) 耳石にあらわれる透明帯は10月より2、3月の間に形成され、形成期は年一回と推定されるから、それを年輪と推定した。
- (3) 鱗及び耳石の年輪半径から、計算体長を求めた結果、両者は略々一致する。
- (4) 年令査定の結果、日本海西南海域のソウハチでは9年魚が記録されたが、♀は7年、♂は3年が最高年を示した。
- (5) 年令組成から、漁獲物の主群は、新しく補充された1年魚群であり、組成に漁場差が認められ、漁獲物には0年魚から9年魚まで認められたが、一般には1年魚から4、5年魚までである。

(6) 年令組成は等比級数的分布配列をなす。但し、年令範囲は1年から4, 5, 6, 7年まで、信頼度は95%以上。

(7) 見掛けの生残率は0.20から0.25と推定された。

参 考 文 献

- 1) 山中一郎・岡地伊佐雄('52): 1951年日本海大羽イワシの年令組成推定法について。日本海区水産研究所, いわし資源調査担当者会議資料, No. 2; 2—3。
- 2) 土井長之('49): ストックの年令組成の同帰分析の取扱いについて, 日本水産学会誌, 15(7); 306—310。
- 3) 田中昌一('53): 年令組成から推定された生残率の比推定による精度計算法 I・魚体抽出が単純抽出であつた場合, 日本水産学会誌, 18(8); 21—26。
- 4) 日本海区水産研究所編('52): 以東底魚資源調査概報, 底魚資源調査担当者会議資料 No. 3; 2—28。
- 5) 石田・地片・石垣('50): 北海道産カレイ類の年令に関する研究, 第1報アブラムシガレイ, 北海道水産試験場研究報告 7
- 6) 甲 二郎('52): 東北海区 アブラガレイ *Atheresthes evermanni* T. & S. について, 第1報, 年令査定の基礎的研究, 東北海区水産研究所報告, 1; 25—34。
- 7) 安田秀明('41): 魚類の鱗, 耳石, 脊椎骨に顯われる輪紋の形成に關与する要因の批判的研究。日本水産学会誌, 10(1); 7—10。
- 8) M. HATANAKA, K. SEKINO and M. OTUKA('52): Studies on the populations of the flatfishes in Sendai Bay II. Age, growth and spawning of *Kareius bicoloratus* (BASILEUSKY). The TOHOKU JOURNAL of AGRICULTURAL RESEARCH. 2(2); 25—32。
- 9) 農林省水産試験場('49): 底魚資源調査要報 第1号
- 10) 日本海区水産研究所('50): 底魚資源調査要報 第2号。
- 11) G. L. KESTIVEN('46): An examination of certain aspects of the methodology and theory of fisheries biology. BINGHAM. OCEAN LAB. 1952, 70—77。
- 12) 日本海区水産研究所('52): 以東底魚資源調査概報 漁獲高及陸上調査 底魚資源調査担当者会議資料 No. 1。

Résumé

This report concerns the age determination, the property of the age composition and the estimated survival rate of *Cleisthenes herzensteini* (SCHMIDT) which were examined with the samples caught from the south-western Japan Sea, October '52 to February 1953. The author found the following results: —

1. The otolith radius is in linear regressional relation to the body length.
2. The annual ring on the otolith is transparent resting zone which is formed during October to February or March.
3. According to the body length calculated, the female of this species keeps on growth for 7 years, and the male for 3 years.

4. No differences were found between the body lengths calculated by scales and otoliths.

5. From the results of the age compositions, the main age group of the catchable stock is 1-age group (80% or more of the total catch) which is initially recruited. And the local differences were found on each age composition.

6. As a rule, the age compositions of this species were expressed as the distributions of the geometrical progression and its confidential degree was 95% or more.

7. The survival rate of this species was estimated as nearly 0.20~0.25 (from 1-age to 4 or 5-age) by Dor's and LEA-TANAKA's methods.

八郎潟産わかさぎ当才魚の年成長の相違についての一考察

加 藤 源 治

A consideration on the difference of yearly growth of the young pond-smelt, *Hypomesus olidus* (PALLAS) in lake Hachiro-gata.

Gendi KATOH

日本の各湖沼におけるわかさぎ *Hypomesus olidus* (PALLAS) の成長についての記載はいづれも断片的なものであつて、藤田（'26）の諏訪湖と霞浦産わかさぎについての観察以外は茨城水試（'12）と宮内（'34）による霞ヶ浦、小林（'36）の城沼、佐藤（'51, '52）の小河原沼におけるわかさぎの論著等から間接的に類推できる程度のものである。筆者は昭和27年の春から現在まで、本来の研究の余暇を利用して八郎潟に生棲する各種魚介類の生態について研究中であるが、ここに報告しようとするものは同潟産わかさぎ当才魚の成長についての一知見である。

本文に入るに先立つて筆者にこの研究の機会を与えられた日本海区水産研究所長内橋潔博士、現地調査に際して種々の御支援と御協力をいただいた秋田県水産試験場長水野金市氏以下場員各位並びに天王中学校教官片岡太刀三氏に深謝する。

産 卵 期

片岡（'51）の報告によれば、八郎潟のわかさぎは毎年11月から降海し、翌春2月産卵のため海から溯河するとのことであるが、昭和27, 28年の調査範囲では、八郎潟のわかさぎは秋に降海するものも、また春になつて産卵のために溯河する親魚もほとんどなく、その過半が潟中で越冬した親魚だけで、この生産量が確保されているように思われる。

八郎潟産わかさぎの産卵については今まで一切不明であつたが、秋田県水試と日水研によつて昭和28年3月29日から同4月22日まで潟内全水域44地点及び流入河川5流について調査し、その結果、湖西部野石川の砂礫床で産卵している事実を確認した。しかし、この水域は川巾 1.0~1.5 m 長さ 1,000 m ほどの小溝であつて、八郎潟のわかさぎ資源を充足するにはあまりに少なすぎるので、さらに他の場所に大きな産卵場があるべきであるとの想定のもとに本年春もこの調査を続行する予定になつている。因みに昭和28年春、この野石川でわかさぎ卵を発見したのは4月9日から同18日までで、当時の水温は 8.5~12.5°C であつたが、これらの詳細についてはいづれ近く別途に報告したいと思つている。

稚 魚 期

昭和28年春の八郎潟におけるわかさぎ稚魚の採捕は4月23日であつて、以後6月11日までみられ、この間6日間の調査で計50地点から計5,160尾の稚魚を得ている。日暮、中井（'26）の公魚卵孵化試験の資料から逆算して、八郎潟の28年春の産卵盛期は3月15日となり、当時の平均水温を 9.5°C と

すれば4月10日, また, その平均水温を 8.5°C とすれば4月20日ごろに 孵化盛期があつたとみるべきであるが, 前記の調査によれば, 4月から5月中旬までは径 60 cm の稚魚網, 5月下旬から6月までは $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ の綫網による曳網を実施し, 最初に稚魚を採捕したのは前記4月23日で, その以後も6月11日まで八郎潟全水域から稚魚が採捕された。この間50日間の稚魚の体長は第1表のごとく水域によつてかなりの変異がみられたにしても, 総括的には平均して 0.6 mm から 0.9 mm までの範囲であつた。

第 1 表 八郎潟全水域から曳網によつて採捕されたわかさぎ稚魚の体長分布 (1953)

調 査 月 日	調 査 地点数	採 捕 尾 数	体 長 範 囲 (mm)					平均体長 (mm)	$\pm\sigma$ (mm)
			2—4	5—7	8—10	11—13	14—16		
23, iv	5	1,196	—	—	—	—	—	—	—
28,	7	405	35	301	61	8	0	6.31	1.66
2, v	6	796	362	351	69	14	0	5.01	2.12
3,	11	1,348	15	999	310	24	0	6.75	1.50
4,	2	100	7	71	21	1	0	6.48	1.63
6,	9	540	26	281	204	29	0	7.32	2.01
17,	2	561	349	49	56	94	13	5.65	3.73
11, vi	8	214	0	31	139	42	2	9.21	1.83
合 計	50	5,160	794	2,083	860	212	15	6.41	2.41

変 態

昭和28年6月27日から29日まで実施した湖面全域20点における調査の結果からみると, この当時のわかさぎ稚魚はすでに変態を完了して幼魚の体型になつていた。第2表を第1表と比較することによつて, この間の模様を説明できるのであるが, 採集されたわかさぎの体長からみても6月11日の稚魚では平均して 9.21 mm であつたものが, 同月27~28日のものでは平均 26.75 mm, 翌29日の資料では 28.20 mm であつて, この間約2週間で急に3倍ほどの成長をみている。このような事実から考察して, 昭和28年のわかさぎ当才魚の変態期は大体6月中旬であつたことがわかる。

第 2 表 八郎潟全域から曳網によつて採捕されたわかさぎ幼魚の体長分布 (1953)

調 査 月 日	調 査 回数	採 捕 尾 数	体 長 範 囲 (mm)							平 均 体 長 (mm)	$\pm\sigma$ (mm)
			10—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44		
27, vi	7	330	1	19	100	142	64	3	1	26.75	9.21
28,	6	25	0	0	1	2	2	11	9		
29,	7	238	5	1	43	108	54	18	9		
合 計	20	593	6	20	144	252	120	32	19	27.33	5.41

論 議

佐藤 ('52) は小河原沼産のわかさぎについて '47~'49 年までの3カ年にわたり調査した結果, 小

河原沼のわかさぎの産卵期における体長には年によつて相違のあることを指摘しているが、このことは八郎潟産わかさぎについてもいえることであつて、一般に湖沼におけるわかさぎの成長はその年の孵化尾数、餌量、漁獲量等の多少、その他湖沼学的な種々の条件によつて極端な影響があるだろうから、この点について一つの考察を試みようとするものである。

第3表は'52, '53両年の夏期における八郎潟内一定点の定置網で採捕したわかさぎの体長を示したものであるが、この両年とも9月中旬が下旬になつて急に体長が伸長している。このような事実から考察して、年によつて体長に変異があるのは、餌料発生量の多少とか、わかさぎ自体内の生理的変化ということも一応考えられるが、この当時の漁獲強度もその一つの原因となつていられるのである。いま、成長を規制する条件としての水質と餌量が毎年同様と仮定すると、わかさぎの体長は孵化した年の夏における自然死亡と漁獲によつて結果づけられる幼魚残存尾数の多少がこの原因の一つとなるであろう。この点をさらに極言すると、八郎潟の場合、年によつて当才親魚の産卵時における体長に変異を起す主要な原因の一つは毎年7月から8月にかけての当才魚の漁獲強度の如何によつて、その生棲密度が変化し、その結果、単位当りの摂餌量に多少ができるからであろうと解釈されるのである。

第3表 わかさぎ当才魚の体長体重の変化(八郎潟, 定置網)

年 月 日	調査 回数	計測 尾数	体 長 (cm)		体重 (gr)	採捕地点	年 月 日	調査 回数	計測 尾数	体 長 (cm)		採捕地点
			$\bar{x}$	$\pm\sigma$						$\bar{x}$	$\pm\sigma$	
1952							1953					
8~10, vii	5	500	4.06	0.326	0.53	魔 口	24~30, vi	7	689	3.21	0.466	魔 口
11~20,	7	702	4.28	0.476	0.71	〃	11, vii	7	700	3.64	0.601	〃
21~31,	10	1,006	4.52	0.586	0.91	〃	14~23,	6	592	4.22	0.782	〃
1~10, viii	10	1,000	4.53	0.550	1.08	〃	1~10, viii	10	1,014	4.20	0.868	湖心部
11~20,	7	700	4.72	0.636	1.10	〃	11~20,	10	1,000	4.17	0.722	〃
6, ix	8	800	4.78	0.715	—	湖心部	21~31,	11	1,104	4.54	0.639	〃
11~20,	10	1,000	5.71	0.669	2.39	〃	1~10, ix	10	990	4.47	0.630	〃
21~30,	10	1,000	6.46	0.552	3.21	〃	11~20,	10	1,011	5.01	0.654	〃
1~10, x	10	1,000	6.98	0.528	3.59	〃	21~30,	7	690	5.66	0.682	〃
11~20,	8	800	6.96	0.594	3.56	〃	1~10, x	7	701	5.90	0.618	〃
21~25,	4	400	7.05	0.615	3.73	〃	11~20,	7	694	6.14	0.578	〃
合 計	89	8,908	—	—	—		合 計	92	9,185	—	—	

八郎潟におけるわかさぎ当才魚の漁獲が解禁されるのは毎年8月上旬であつて、現行の秋田県漁業取締規則によれば、八郎潟において最大の漁獲強度をもつ曳網の一つである水潟網の操業はこの両年とも8月10日から開始されている。また、この当時わかさぎ当才魚はしらうおを主対照とする打瀬網と動力二艘曳網でも漁獲されているので、これらの各曳網による漁獲量については筆者によつて別項で論述されているが、その計算によると、昭和27年8月の中、下旬の20日間における水潟網の操業だけでも優に1億尾を超える大量のわかさぎが漁獲されたことになつていいる。この20日の水潟による採捕尾数は11月の終漁期までの全尾数の凡そ65%である。8月中のこのわづかな操業日数において、このような大量のわかさぎ当才魚が間引きされる結果として、9月以降の漁獲尾数は急に激減し、自然わかさぎ単位当りの摂餌量の増加を来し、この影響から9月中下旬になつてわかさぎ当才魚の体長が急激に伸長したと考えるのである。だから、もし8月中におけるわかさぎ当才魚の漁獲を極度に制限

するか、乃至は禁止すれば、9月中旬のこのような異常成長はみられないで、7月から9月にかけてなだらかな成長をつづけてながら産卵期に移行するものと考えるのである。

なお、過去の調査資料が充分ないので極言はできないが、八郎潟産わかさぎの産卵時における体長は最近次第に伸長してきた傾向が認められるのであつて、最近になつて曳網漁具統数の増加傾向、並びに無動力船から動力船への転換等によつて、八郎潟における8月中の漁獲強度が年を追つて増加してきた現況からもこの事実を説明することができるようである。すなわち、昭和19年の産卵期におけるわかさぎ親魚雌の平均体長は 6.5 cm (貝塚, iv, 15, '44), であつたものが、昭和23年には 7.2 cm (貝塚, iii, 29, '48), 昭和28年の同時期には当才魚の雌で 7.90 cm, 同雄で 7.85 cm (片岡, iv, 2~7, '53) となつている。

前記佐藤 ('52) の計測では小河原沼のわかさぎ当才魚の体長の変化は稚魚から幼魚を経て成魚まで大体単調な成長曲線が画かれているが、八郎潟の場合はこの点複雑で、稚魚から成魚までには既述のごとく少くとも2回の成長の飛躍が認められた。すなわち、その第1回は稚魚から変態して幼魚になつた当時の6月下旬と、第2回は当才魚曳網が操業されてから約1月後の9月中旬であつた。このような成長型のあることは宮内 ('34) による霞ヶ浦の資料からも窺われることであつて、この点からみて、このような相違は小河原沼のように比較的高い深度をもつ湖沼と、八郎潟や霞ヶ浦のような浅い水域の湖沼との生棲環境から導かれた異つた成長型であるかも知れないにしても、変態後の当才稚魚の成育期における漁獲強度と発生餌量との関係、換言すれば、ある水域におけるわかさぎ当才魚の成長の一斑は結局のところ単位当りの摂餌量に規制されている問題であるように思われるのである。

引 用 文 献

- 藤田経信 ('26) 移殖によるワカサギの体格に及ぼす変異. 動雑, 第38巻, 第7号
- 茨城水試 ('12) 茨城県霞ヶ浦, 水浦漁業基本調査報告. 第1号
- 宮内武雄 ('34) ワカサギの天然餌料に関する研究, 日本水産学会誌, 第3巻, 第5号
- 小林久雄 ('36) 鱗相によつて判明するワカサギの生態. 科学, 第6巻, 第3号
- 佐藤隆平他2名 ('50) 青森県小川原沼の水産開発調査. 第1報. ワカサギの産卵習性とその保護. 青森県水産資源開発調査, 第1号
- 片岡太刀三 ('51) 八郎潟の魚類の生態. 科学教育ニユース. No. 22, 理科研究委員会
- Ryuhei SATO ('52) Biological observation on the pond-smelt, *Hypomesus olidus* in Lake Kogawara, Aomori Pref. II. Early Life History of the Fish. Rep. Tôhoku Jour. Agr. Res. Vol. III, No. 1
- 日暮 忠・中井信隆 ('26) 公魚卵孵化適温試験, 水講試報告. 第22巻, 第3冊
- 秋田水試 ('53) 八郎潟調査旬報. Nos. 1~23.

八郎潟における曳網漁業の検討

— 水潟網と動力二艘曳網 —

加 藤 源 治

A discussion of the fishing intensity caused by two kinds
of drag net in lake Hachiro-gata.

Gendi KATOH

秋田県八郎潟の水面積は約2万2千町歩であつて、年間の平均した総水揚高は約200万貫と推定されるが、現在における同潟漁業の各種状況から見て、また、最近同潟の全面干拓の問題が叫ばれている折柄でもあるので、これが生産力の解明はもつとも緊急を要する課題の一つである。この報文はこの見地に立つて、同潟の資源維持の方途樹立を最終目標として、各種の生物学的な調査研究を行つてゐるその一部である。

八郎潟における魚貝類の調査研究は秋田水試（'16, '36）、片岡（'49, '52）、山本（'52）その他に若干の報告が見られるが、これらはいづれも生物学的な記載であつて、同潟の生産力の観点から論じられたものではない。しかし、この種の生産力調査をする場合いつも逢着する最大難点は過去における正確な漁獲高の資料が整つないことにあるので、筆者は本来の生物学的調査の傍、つとめてこの方面の記録を蒐集することに努めたところ、幸いに沿岸漁民の理解ある支援を得て同潟における代表的な各種の漁具漁法による漁獲実績のいくつかを知ることができたのであるが、ここでは毎年のように相克的にいつも問題を提起している水潟網と動力二艘曳網によるわかさぎとしらうおの漁獲量を中心にして検討する。

なお、ここで注意すべきことは漁政上八郎潟はその漁業形態並びに日本海との連絡があるために、一応海区に編入されているものの、湖沼的な有限水域であつて、増殖による計画生産が可能であるということである。よつて、筆者はこの点から現在実施されている漁具漁法による漁獲量を検討すると同時に、一方、増殖の面からさらに生産力の増強を念願とするものである。

(1) 水 潟 網

この漁具は八郎潟における最多の漁獲量をもつ規模の大きい一種の曳網であつて、その漁獲対照はわかさぎ（*Hypomesus olidus*）しらうお（*Salanx microdon*）及びごり（*Chaenogobius heptacanthus*）の3種である。秋田県漁業取締規則によると、この操業期間は一般に毎年8月から12月までの4カ月であつて、8月の解禁から10月中旬までは夜間に、以後終了期までは昼間に操業されるのが普通である。操業時刻がこのように変更されるのは、気温の低下による操業困難も充分考えられるが、一方、水温が低下するために、わかさぎの生態行動自体が変化するためであるかも知れない。

水潟網の操業には動力をもつ同潟独自の漁船2隻を使用する。八郎潟海区漁業調整委員会の報告によれば、現在の普通の水潟網の片袖は200間であるが、最小100間（大久保、下井河、大川、而潟、鯉川で計82統）最大300間（船越）のものが1統あるとのことである。この網の高さは僅に湖底から水面にまで及び基地と漁場との往復、漁場の変更並びに投網の場合だけ動力を使うが、動力による曳網、

揚網は現在のところ禁止されている。この漁具による主漁場は湖の中心部一帯の全面積にして凡そ2/3の水域である。この水潟網1統による1回の操業面積は2町歩から6町歩に及び、昭和27年度は全面で約83統が操業したというから、これらによる延べにした水面積は実に膨大で、同委員会の調査によると昭和27年には年間計53,500町歩に及んだとのことである。

第1表はある水潟網業者の好意によつて提供された昭和25年から27年までの3カ年間の毎日の記録を旬別に整理したものである。

第 1 表 八郎潟における水潟網1統の漁獲高

		25 年					26 年					27 年				
月	旬	実施	混獲比率(%)		実施	混獲比率(%)		実施	混獲比率(%)		実施	混獲比率(%)				
		日数	総漁獲高	ワカサギ		白魚	ゴリ		日数	総漁獲高		ワカサギ	白魚	ゴリ	日数	総漁獲高
viii	上	8	kg	83.8	7.3	8.9	6	kg	54.2	33.9	11.9		kg			
	中	7	776,250	58.3	7.5	34.2	6	1,086,375	42.7	35.0	22.3	6	1,591,875	80.3	0.4	19.3
	下	7	523,500	67.5	0.6	31.9	8	710,625	35.4	25.4	39.2	7	1,848,375	61.0	0.5	38.5
ix	上	9	1,133,625	80.0	3.3	16.7	5	580,875	27.6	18.8	53.6	7	1,484,625	44.2	3.6	52.2
	中	3	109,500	79.5		20.5	6	801,750	15.9	29.8	54.3	8	1,910,250	51.2	3.5	45.3
	下						6	746,250	23.6	23.8	52.6	5	979,125	64.4	3.8	31.8
x	上						6	937,500	8.6	18.0	73.4	3	447,375	46.1	6.4	47.5
	中						7	836,625	26.6	34.2	39.2	6	1,286,625	51.0	3.3	45.7
	下						5	721,500	27.8	23.9	48.3	8	1,330,500	35.6	5.7	58.7
xi	上						2	88,875	19.0	12.7	68.3	5	436,500	28.8	15.5	55.7
	中						1	121,875	16.9	16.9	66.2	1	220,125	43.0	12.4	44.6
	下						1	35,625	100.0			2	177,375	71.8	12.0	16.2
計		34	3,212,625	73.8	4.6	21.6	59	7,409,625	27.1	24.2	48.2	58	11,712,750	52.5	6.1	41.4

このうち、昭和25年の9月中旬以降の記録が缺けているのは当時同湖水状態の異常から魚只類の集団的に斃死した事故が起り、漁獲激減のため中止されたためであつて、ここでは26年と27年の資料のみについて検討する。第1表に示されたこの両年度の漁期中の全漁獲量からみると、27年は26年の1.6倍の豊漁であつたが、ここで注意すべきことは、26年は8月1日から、27年は10日おくれた8月11日から解禁された事実がこのような差異を生んだ原因ではないかということである。すなわち、この当時のわかさぎ稚魚の成育は極めて顕著であつて、もし、この当時わづか10日の解禁遅延がその後の漁獲量にこのような影響を与えたものとする、今年以後の本漁法に対する解禁日決定に重大な示唆を含む問題として注目しておく要がある。

また、この第1表が全体の水潟網漁獲量を代表しているものではないけれども、この表に現われた26年における最大漁獲量はゴリ(3,240kg)であり、27年はわかさぎ(6,360kg)であつたが、しらうおも含めた3魚種の漁獲組成をみると、この両年におけるゴリの場合の比率は大体同様であるから、わかさぎとしらうおの漁獲組成には大体逆の関係があつたように思われる。この点について考えられることは八郎潟におけるこの当時のわかさぎ稚魚がしらうお稚魚を摂食している事実であるが、この種の記載としての宮内('34)、石田('49)、佐藤('52)等の報告によれば、霞ヶ浦、網走湖、小河原沼では、2才魚のわかさぎが当才のしらうお稚魚を摂食しているのである。また、これと同様な報文

が茨城水試（'12）によつてなされている。それによれば、震ヶ浦におけるしらうおの天敵としては、わかさぎの他に、せいご、もさより、うぐい、ぼらなどが挙げられるところからみて、この方面の種間生態をさらに究明しなくてはならない。

第1表から導かれた以上の結果は、ある1統の水潟網による漁獲量についての検討であつて、昭和27年の漁期中に操業した全水潟網は83統とのであるから、これを過少評価して60統と仮定し、これらが前記1統の水潟網と同様の漁獲をしたと考えるならば、第1表から昭和27年度漁期における八郎潟全域の水潟網によるわかさぎの総漁獲量（尾数）を第2表のごとく概算することができる。

第2表 水潟網1統によるわかさぎ漁獲量（kg）を60統に引伸して算出した漁獲尾数

月	操業日数	平均体重	1日1統の平均漁獲高	60統月漁獲高	漁獲尾数
viii	13	1.1gr.	184.9kg.	144,222kg.	13,111万尾
ix	20	2.8	113.5	136,200	4,864
x	17	3.6	78.5	80,007	2,222
xi	8	4.0	43.4	20,832	521
計	58			380,429	20,718

第2表はこの漁獲量であつて昭和27年夏における、ある水潟網1統の実際操業日数と毎月の漁獲量を同網60統に引伸した推定漁獲量から総尾数を求めたものである。これによつて八郎潟の昭和27年夏の水潟網のみによる総漁獲高は約38万kg（=10万貫）、尾数にして約2億尾という値が算出されたのであるが、この尾数は、27年春に購入した諏訪湖（3億粒）と小河原沼（1億粒）産の人工授精卵の凡そ50%に相当するものであり、また、佐藤（'52）によつて推定された小河原沼の昭和23年の漁獲高からみたわかさぎ全漁獲尾数の45%であるのに、八郎潟では水潟網だけでこれだけの尾数を漁獲したことになるのである。

八郎潟における水潟網の漁法によるとこの程度の強度で漁獲されているから、この両年の8月の日別漁獲高を100とすると9月以降11月までの指数の変化は第3表のようになる。

第3表 水潟網による毎月の日別（平均）漁獲量の減少率

月	昭和26年			昭和27年		
	操業回数	日別漁獲高	漁獲指数	操業回数	日別漁獲高	漁獲指数
viii	20	56.0kg.	100%	13	184.9kg.	100%
ix	17	27.1	48.4	20	113.5	61.3
x	18	28.0	50.0	17	78.5	42.4
xi	4	18.3	32.7	8	43.4	23.4
計	59			58		

この表から見てもわかるように、水潟網が操業をした8月と9月の間にわかさぎの日別漁獲量が急に激減していることは水潟網の解禁日決定とともに、八郎潟におけるわかさぎ資源と本漁法の関係とを示す一つの重要な資料とならう。

(2) 動力二艘曳網

この漁具は八郎潟の中層に生棲するしらうおのみを漁業対照とする動力曳網であつて、毎年8月か

ら12月までを操業期間とする打瀬網が、11月以降になるとそのまま動力による二艘曳網に転換されるものである。この網は両袖並びに袋部ともすべて網の綴網で作られている。漁具の大きさは片袖10間、袋部12間の場合が多く、既述の同潟漁業調査委員会の報告によれば、27年度は八郎潟全域で計107統が登録されていたが、その過半は潟の南岸にある羽立と塩口両部落の特殊漁業になつている。筆者は前記委員会の資料をまだ充分詳細に検討していないが、それによれば昭和27年度の水潟網83統の全操業面積が53,500町歩であつたのに対し、8月から10月までの打瀬網107統の全漁業水域は水潟網の10倍に近い525,600町歩であり、さらに11、12月の両月にこの打瀬網がそのまま転換して動力曳網になつてからの操業面積392,368町歩を加えると実に膨大な水域となる。(第5表参照)

現在のところ、八郎潟でのこの漁業は動力による曳網であるとの理由で表面禁止されているが、漁民の熱烈な要望によつて毎年11月以降打瀬網の終了をまつて暫定的に引続き操業されている。しかし、ここで問題となることは、単に操業水域が膨大であることではなく、主対照魚種の発生と生態にどう影響するかということ及びその主対照魚種の次期増殖時における最低の必要にして充分な生残量を確保するための漁獲強度についてである。これらについての多くの資料をあつめた上で、丹念な検討が充分なされないかぎり、水潟漁と動力曳網の可否優劣を早急に決めることは、極めて危険な暴挙といわなければならない。

秋田水試では県当局から特別採捕の許可を得て、昨昭和27年夏の禁漁期中であつた7月9日と11日に、わかさぎの稚魚を採集することを目的にこの動力曳網を実施した。この採捕地点は湖上全水域から12点を撰び、各地点での毎回の曳網は23分、面積にして約4,000m²における採捕を行つた。この詳細な生物学的な検討は別途考へることとするが、その大体の結果を取纏めたところによると、この調査で採捕した魚種は前記わかさぎのほか、しらうおの親魚、稚魚並びにごり若干の3種であつて、わかさぎはすべて当才魚のみで、当時の平均体長4.2cm、しらうおの稚魚は1.7cmであつた。この調査によつて八郎潟における当時のわかさぎ、しらうお、ごりなどの生棲分布を推知することができた。即ち、この年におけるわかさぎ稚魚は湖の中央部から西南水域にかけて多く、しらうお親魚は北部一

第4表 打瀬並びに動力二艘曳に於ける白魚の漁獲高

		昭 和 26 年				昭 和 27 年				備 考
月	旬	操業日数	旬別 漁獲高 kg	1日平均 漁獲高 kg	漁獲比率	操業日数	旬別 漁獲高 kg	1日平均 漁獲高 kg	漁獲比率	
viii	上中下	10	373.16	36.11	100%	0	41.85	13.95	100%	打瀬
		9	398.25			0				
		11	311.74			3				
ix	上中下	10	220.88	28.13	77	9	68.74	12.94	93	〃
		10	285.60			8	64.01			
		8	281.44			10	216.45			
x	上中下	8	130.73	17.48	48	9	206.63	19.16	137	〃
		10	113.78			10	167.36			
		10	244.39			5	85.50			
xi	上中下	9	234.30	26.78	74	10	571.16	49.54	355	動力曳網
		9	268.13			7	356.85			
		5	113.25			9	359.89			
xii	上中下	9	296.63	29.03	81	8	187.58	27.49	170	〃
		6	143.63			6	197.25			
		1	24.00							
計		125	3,439.91			94	2,523.27			

帯に濃密な生棲群を発見し総括的に雄が多く、ごりは東部から東南部の泥質地に多い傾向があつた。

既述のように禁漁期中であつたこの両日の12回にわたつた動力曳網で、わかさぎ稚魚を計3,235尾採捕したが、この時以後になると、同魚の游泳力が増大する結果、この曳網での採捕はほとんど皆無となり、その過半がしらうおに転換される。第4表は昭和26、27年の本漁期中、ある特志な漁民によつて、毎日詳細に記録された、水揚げの仕切伝票を旬別に集計したものである。表中、備考欄にも記してあるように8月から10月までは打瀬網、それ以後の11、12月はそのまま転換された動力二艘曳網による漁獲高である。なお、参考までに、前記委員会によつて集計された昭和27年度における打瀬網と動力二艘曳網による漁獲実績を比較したものが第5表である。

第5表 昭和27年度における打瀬網と動力二艘曳網による漁獲実績

	操 業 統 数	1 統の漁期中の 全 操 業 回 数	全 操 業 水 域	漁 獲 量 (kg)
打 瀬 網	107	870	525,600町	57,860
動 力 曳 網	183	950	395,368ㄴ	60,364
合 計	290	1,820	920,968ㄴ	118,224

ここで注意しておきたいことは、全操業期間における曳網の実際に稼動した日数である。前第3表の水潟網の場合は26、27年とも実際稼動日数が全操業期間120日の50%である約60日に対し、第4表における打瀬網並びに動力曳網では操業期間約150日のうち、昭和26年度は125日(83.3%)、27年度は同様期間中94日(72.3%)の稼動実績を挙げている。この点、本漁業が水潟網よりも作業的により安定した漁法であることを実証している。

また、しらうおのみについて前項の水潟網とこの動力曳網の漁獲高を比較すると、動力曳網は26年度が1.6倍、27年度は実に5.7倍の漁獲成績を示している。だから、八郎潟において発生した年間のしらうおの資源量を究明することも、ぜひこの際解決すべき課題であるが、この両年に関するかぎり、毎月の動力曳網による漁獲量からは、26年には多少減少の傾向があつたが、27年にはその減衰は認められず、27年11月のごときは、8月の漁獲比率100に対して355にも達している。この事実並びに第1表におけるしらうおの毎月の漁獲比率からみて八郎潟におけるしらうおの生態に関する真実を把握する必要を痛感させられる。この点を分明することによつて、この漁業が単に動力による曳網というだけで禁止処置を講じている現況には再考すべき余地が残されていると考えるものである。とくに毎年のごとく水潟網とこの曳網との間に幾多の紛争を惹起している場合、これらに関する各方面からのさらに充分多くの科学的な資料をあつめ、この2漁法の利害得失について改めて公正な検討をしなければならない問題であろうと思つている。

引 用 文 献

秋田水試('16) 八郎潟水面利用調査報告

〃 ('36) 八郎潟水産基本調査書

片岡太刀三('49) 八郎潟と魚族の生活、科学と教育、第5集

〃 ('52) 八郎潟の魚類の生態、科学ニュース、No. 22

山本護太郎('52) 八郎潟の底棲生物について、昭和27年10月動物学会にて発表

茨城水試（'12）霞浦北浦漁業基本調査報告書，第1巻

宮内武雄（'34）ワカサギの天然飼料に関する研究，日水会誌，Vol. III, No. 5.

石田昭夫（'49）網走湖におけるワカサギの食性に関する研究，北海道水産孵化場試験報告，Vol. IV No. 2.

R. Sato（'52）Biological observation on the pond-smelt, *Hypomesus olidus* in Lake Kogawara. II, Early Life history of the Fish. Rep. Tohoku Jour. Agr. Res. Vol. III, No. 1

八郎潟海区漁業調整委員会（'53）八郎湖漁業の実態調査

能登和倉の海産貝類目録

伊 藤 勝 千 代

A catalogue of the marine molluscan shells collected on the coast of Wakura, Noto Peninsula.

Katsuchiyo Ito

は し が き

七尾湾の貝類については、市村、安田¹⁾らが367種を記載しているが、この中には能登島沖 200 m 水深のドレッヂ採集品及びアワビ、サザエ等地理学的にみた七尾湾棲息種とは云い難いものも含まれている。能登産のものについては吉村^{2,3)}がはやくから採集にたづさわっており、これまでに2, 3の報告がある。このほかに、波部⁴⁾は七尾湾の底棲動物と貝類遺骸について報告し、菊地、黒田^{5,6,7)}らが富山湾の貝類目録中該産種を、石川県史⁸⁾には全能登貝類の目録が記載されているが、まだ満足すべき七尾湾産貝類目録はできていない。

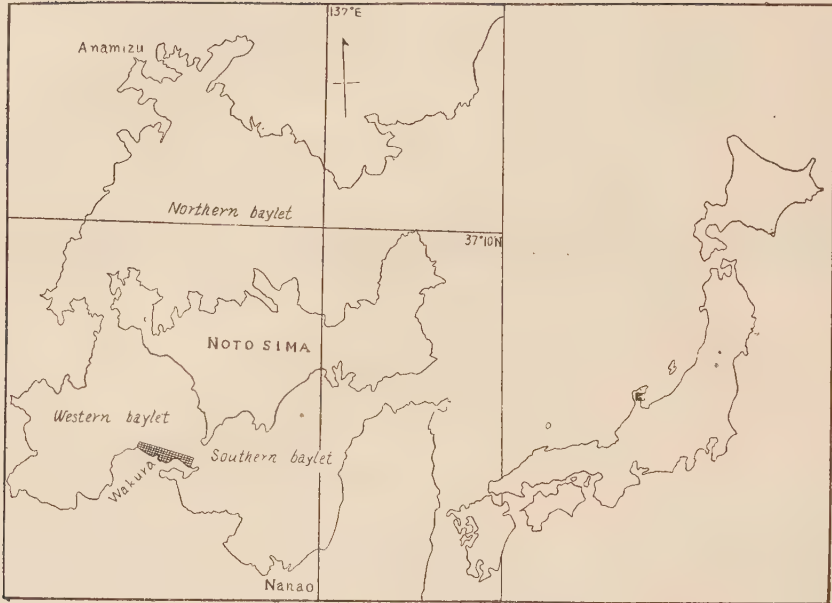
筆者は勤務の余暇を利用して、1951年12月から翌年2月初めにわたり、石川県七尾市和倉町海岸で貝類の採集をおこない、微小種の若干を除き整理同定を終了したので、その目録を黒田⁹⁾に従つて配列した。

採 集 地 点 及 び 考 察

採集地の和倉は、北陸の水郷温泉として有名で、その海岸は七尾湾の西湾（南東側）に属している。西湾の海底は概して遠浅で、底質は砂泥質、水深は平均 5~6 m である。これを「ミト」と呼び、カレイ、エビ、ナマコ等の棲処となり船曳網漁業が盛んである。近年、カキ養殖が普及し、和倉、奥原でも盛んになった。

ここに集録し得たのは合計 221 種で、その内訳は

石髓綱—草摺貝目		3種	
腹足綱	{	原始腹足目	26種
		中腹足目	49種
		狹舌目	24種
		後鰓目	30種
		有肺目	1種
掘足綱		3種	
雙殼綱	{	多齒目	9種
		不等筋目	20種
		真辨鰓目	56種



である。

目録中、和名の右肩に十印をつけたものは市村、安田らに記載のものと筆者の採集種との共通種であつて、合計 108 種がかぞえられた（腹足類 58 種、掘足類 3 種、雙殻類 47 種）。これは今回の採集種の 5/6 が既に記載されていることになるが、さらに補足するものとして LITTORINIDAE, RISSOIDAE, DIASTOMIDAE, CERITHIIDAE 等に属する概して微小種、PHOLADIDAE の穿孔性の貝類があげられ、共通種は比較的大形の普通種であつた。

なお、これと同時に淡水産のヒラマキミヅマイマイ *Gyraulus hiemantium*, ミヤジミヅゴマツボ *Stenothyra edogawensis miyadaii*, クリイロカワザンショウ *Assiminea castanea*, 陸産のヤマトクビキレガイ *Truncatella kiusiuensis japonica* 及び擬軟体動物のメクワジャ *Lingula jaspidea* 等が採集された。

ムラサキイガイ、ホトトギス、ヒバリガイ、キヌマトイガイの 4 種は前記カキ養殖場のカキ殻に附着していたものである。イボウミナナ、ウミナナ、ホソウミナナはある限定された小区域である水深 30 cm 内外の砂泥に群集棲息していることを見いだした。なお、これについては別途生態学的に調査して報告する予定である。

ニオガイ、イシゴロモガイは石崎屏風の低潮線附近の珪藻土中に穿孔していて容易に発見できた。いずれも個体豊富で生貝として採集できた。

つぎに、採集しえた貝類の生態面からみるに当地附近では、寒区性のものとしてクロタマキビ *Littorina (Littorivaga) atkana* (脚註参照) がみられるのみに反し、ヨメガカサ *Cellana toreuma*, ウミナナ *Batillaria multiformis*, シノブガイ *Epitonium (Nitidiscala) angustum*, クルスガイ *Crepidula grarispina*, ヒメアサリ *Venerupis (Amygdala) variegata*, アコヤガイ *Pinctada martensi*, ナミマガシワ *Anomia lischkei*, ウメノハナガイ *Pillucina pisidium* の温暖性のもの及び准熱帯性とされるイシゴロモガイ *Aspidopholas yoshimurai*³⁾ 等が多くあげられるので、高緯度辺に位置するにもかかわらず、対馬暖流の影響を受けていることが看取される。

概 要

1951年12月から翌年2月初めにわたり、能登和倉海岸で貝類の採集をおこない

- 1) 同時に採集された淡水産3種、陸産1種及び擬軟体動物1種を除き、海産221種を同定、それを整理して本目録にした。
- 2) さきに記載発表をおこなつた市村、安田らの目録と比較した結果、共通種が108種あつた。
- 3) 温暖性種とされている貝をあげ、それらが比較的多いことから、当地附近は対馬暖流の影響下にあることが看取された。

最後に、本項中、一部の同定と草稿の御校閲をたまわつた京都大学黒田徳米博士、ならびに採集にあたり終始懇切な御助言を寄せられ、かつ、貝の過半の同定をしていただいた七尾市の吉村永治氏、採集時種々御協力くださった本研究所小川良徳技官の諸氏に厚く感謝の意を表する。

Class LORICATA 石 籠 綱

Order CHITONIDA 草 摺 貝 目

Family ISCHNOCHITONIDAE ウスヒザラガイ科

- | | | |
|-------|-------------------------------------|----------|
| [1] | <i>Ischnochiton comptus</i> (Gould) | ウスヒザラガイ |
| [2] | <i>Lepidozona coreanica</i> (Reeve) | ヤスリヒザラガイ |
| [3] | <i>Mopalia retifera</i> Thiele | ヒゲヒザラガイ |

Class GASTROPODA 腹 足 綱

Order ARCHAEOGASTROPODA 原始腹足目

Family FISSURELLIDAE スカシガイ科

- | | | |
|-------|--|---------|
| [4] | <i>Macroschisma macroschisma</i> (Dillwyn) | スカシガイ + |
|-------|--|---------|

Family PATELLIDAE ツタノハ科

- | | | |
|-------|--------------------------------|---------|
| [5] | <i>Cellana toreuma</i> (Reeve) | ヨメガカサ + |
| [6] | <i>C. eucosmia</i> (Pilsbry) | ベツコウザラ |

Family ACMAEIDAE ユキノカサ科

- | | | |
|-------|--|----------|
| [7] | <i>Patelloida (Collisellina) saccharina lanx</i> (Reeve) | ウノアシ + |
| [8] | <i>Notoacmea concinna</i> (Lischke) | コウダカアオガイ |
| [9] | <i>N. pygmaea</i> (Dunker) | ヒメコザラ |

Family TROCHIDAE ニシキウヅ科

- | | | |
|--------|--|----------------|
| [10] | <i>Euchelus lischkei</i> Pilsbry | サンシヨウガイモドキ |
| [11] | <i>E. ruber brunneus</i> Pilsbry | ベニサンシヨウガイモドキ + |
| [12] | <i>Cantharidus (Thalotia) japonicus</i> (A. Adams) | チグサガイ + |
| [13] | <i>C. (Phasianotrochus) hirasei</i> Pilsbry | カイドウチグサ |
| [14] | <i>C. callichroa</i> (Philippi) | ハナチグサ + |
| [15] | <i>Alcyna ocellata</i> A. Adams | キバベニバイ |
| [16] | <i>Iwakawatrochus eucosmius</i> (Pilsbry) | イワカワチグサ + |
| [17] | <i>Monodonta labio</i> (Linné) | イシダタミ + |

- [18] *Tegula (Chlorostoma) lischkei* (Tapparone-Canefri) クボガイ +
 [19] *T. (Chlorostoma) nigerrima* (Gmelin) ヒメクボガイ +
 [20] *T. (Omphalius) rustica* (Gmelin) コシダカガンガラ +
 [21] *Talopena (Sericominiolia) stearnsi* (Pilsbry) キヌシタダミ +
 [22] *Stomatia rubra* (Lamarck) アシヤガマ +

Family TURBINIDAE リュウテン科

- [23] *Lunella coronata coreensis* (Recluz) スガイ +
 [24] *Eotricolia megastoma* (Pilsbry) ベニバイ +
 [25] *E. micra* (Pilsbry) ミチンベニバイ

Family NERITIDAE アマオブネ科

- [26] *Clithon retropictus* (v. Martens) イシマキ
 [27] *Neritina (Provittoida) coromandeliana* Sowerby イナヅマカノコ

Family PHENACOLEPADIDAE ユキスズメ科

- [28] *Phenacolepas unguiformis* (Gould) ツメナリミヤコドリ
 [29] *Ph. pulchella* (Lischke) ミヤコドリ

Order MESOGASTROPODA 中腹足目

Family LITTORINIDAE エゾタマキビ科

- [30] *Littorina (Littorivaga) brevicula* (Philippi) タマキビ
 [31] *L. (Littorivaga) atkana* Dall* クロタマキビ
 [32] *Tectarius granularis* (Gray) アラレタマキビ

Family LACUNIDAE チャイロタマキビ科

- [33] *Stenotis (Sublacuna) smithi* (Pilsbry) ヘソカドタマキビ

Family RISSOIDAE リソツボ科

- [34] *Iravadia annulata* (Dunker) ゴマツボ
 [35] *Alvania tokyoensis* (Pilsbry) トウキョウリソツボ
 [36] *Alvania* sp.
 [37] *Rissoa (Apicularia) sadoensis* Yokoyama サドツボ
 [38] *Rissoina laevicostulata* Pilsbry スヂウネリチョウジガイ +
 [39] *Barleaia* sp. チャツボ

Family TORNIDAE イソマイマイ科

* 和倉町の通称御便殿の海岸で2箇採集した。うち1箇は螺層部が破損して計測はできないが、1箇は高さ13 mm, 大直径12 mm, 小直径9 mmである。

クロタマキビの日本海側における分布を考察するために、現在までに記載された目録を質すと北海道のみ記載(黒田, 木下: 北海道海産貝類目録, 北水研研究報告 No. 2 ('52), 石川: 函館近海の貝類, 市立函館博物館自然科学叢書第1輯('53))されているが、男鹿半島以南のそれには記載されていない(西村, 渡辺: 男鹿半島貝類目録, 資源科学研究所彙報第3号('43), 菊地: 富山湾腹足類目録, 富山博物学会誌, 第1号('36), 黒田: 福井県産貝類目録('33), 矢倉: 兵庫県産貝類目録('32))。したがって本種は寒区性であり、七尾湾では僅かにしか採集されないが、日本海側での分布の南限地と思われる。

- [40] *Pseudoliotia micans* (A. Adams) ヒメギクガイ

Family VERMICULARIIDAE ヘビガイ科

- [41] *Serpulorbis imbricatus* (Dunker) オオヘビガイ +

Family CAECIDAE ミチンギリギリツツ科

- [42] *Caecum (Brochina) glabella* A. Adams ミチンツツガイ

Family POTAMIDIDAE ウミナナ科

- [43] *Cerithidea (Cerithideopsilla) cingulata* (Gmelin) カワアイ +

- [44] *C. (Cerithideopsilla) microptera* (Kiener) ヘナタリ +

- [45] *Batillaria zonalis* (Bruguière) イボウミニナ +

- [46] *B. multiformis* (Lischke) ウミニナ +

- [47] *B. cumingi* (Crosse) ホソウミニナ

Family DIASTOMIDAE モツボ科

- [48] *Scaliola bella* A. Adams スナモチツボ

- [49] *Clathrofenella reticulata* (A. Adams) スノメモツボ

- [50] *C. asperulata* (A. Adams) ホソモツボ

- [51] *Eufenella rufocincta* (A. Adams) シマモツボ

- [52] *E. pupoides* (A. Adams) モツボ

Family CERITHIIDAE タケノコカニモリ科

- [53] *Alaba vitrea* (Sowerby) ハリハマツボ

- [54] *A. picta* (A. Adams) シマハマツボ

- [55] *Diala varia* (A. Adams) スズメハマツボ

- [56] *Diala* sp.

- [57] *Cerithium (Proclava?) kochi* Philippi カニモリガイ +

- [58] *Contumax kobelti* (Dunker) コベルトカニモリ +

- [59] *Bittium glareosum* Gould ノミカニモリ

Family CERITHIOPSIDAE ケシカニモリ科

- [60] *Seila dextroversa* (Adams et Reeve) ケシカニモリ +

- [61] *Seila* sp.

Family TRIPHORIDAE ミツクチキリオレ科

- [62] *Viriola tricincta* (Dunker) キリオレ +

- [63] *Triphora fusca* (Dunker) アラレキリオレ +

- [64] *T. limosa* Jousseaume クリイロキリオレ

Family EPITONIIDAE イトカケガイ科

- [65] *Epitonium (Turbiniscala) neglectum* (Adams et Reeve) コハスイトカケ +

- [66] *E. (Nitidiscala) angustum* (Dunker) シノブガイ +

- [67] *E. (Nitidiscala) pyramidala* (Sowerby) トウガタイトカケ

- [68] *E. (Decussiscala) japonicum* (Dunker) ヒメネヂガイ +

[69] *Epitonium (Lineoscala) leneolatum* (Sowerby) クレハガイ

Family EULIMIDAE ハナゴウナ科

[70] *Balcis* sp.

Family CALYPTRAEIDAE カリバガサ科

[71] *Crepidula gravis* Kuroda et Habe クルスガイ +

Family STROMBIDAE スイシヨウガイ科

[72] *Strombus (Labiostrombus) japonicus* Reeve シンドロ +

Family NATICIDAE タマガイ科

[73] *Natica (Naticarius) concinna* Dunker フロガイダマシ +

[74] *N. adamsiana* Dunker アダムスタマガイ +

[75] *Neverita didyma* (Röding) ツメタガイ +

[76] *Tectonatica figurata* (Sowerby) アミモンタマガイ +

[77] *Euspira* (?) *bathyrappa* (Pilsbry) オリイレシラタマガイ +

Family TONNIDAE ヤツシロガイ科

[78] *Malea (Quimalea) pomum* (Linné) イワカワトキハガイ

Order STENOGLOSSA 狭 舌 目

Family MURICIDAE ホネガイ科

[79] *Rapana thomasi* Crosse アカニシ +

[80] *Bedelevina birileffi* (Lischke) カゴメガイ

[81] *Purpura (Mancinella) bronni* (Dunker) レイシ +

[82] *P. (Maninella) luteostoma* (Holten) クリフレイシ

[83] *P. (Mancinella) clavigera* (Küster) イボニシ +

Family PYRENIDAE タモトガイ科

[84] *Pyrene (Indomitrella) lischkei* (Smith) シラゲガイ

[85] *P. (Mitrella) varians* (Dunker) ムギガイ

[86] *P. (Mitrella) bella* (Reeve) マルテンスマツムシ

[87] *P. (Zafra) sinensis* (Sowerby) ケシマツムシ

Family NASSARIIDAE ヨウバイ科

[88] *Nassarius (Niotha) livescens* (Philippi) ムシロガイ +

[89] *N. (Hinia) festivus* (Powys) アラムシロ +

[90] *N. (Reticunassa) acutidentatus* (Pilsbry) ヒメムシロ +

[91] *N. (Reticunassa) semiplicatus hizenensis* (Pilsbry) ヒメウネムシロ

[92] *N. (Reticunassa) japonicus* (A. Adams) キヌボラ +

[93] *N. (Zeuxis) caelatus* (A. Adams) ハナムシロ +

Family FASCIOLARIIDAE イトマキボラ科

〔94〕 *Fusinus perplexus* (A. Adams)

ナガニシ +

Family CANCELLARIIDAE コロモガイ科

〔95〕 *Cancellaria* (*Merica*) *laticosta* Löbbecke

コンゴウボラ

Family TURRIDAE クダマキガイ科

〔96〕 *Asthenotoma yokoyamai notoensis* Otuka

ノトマキモノシヤジク

〔97〕 *Paradrillia inconstans* (Smith)

イボヒメシヤジク +

〔98〕 *Brachytoma* (?) *japonica* (Lischke)

オハダロシヤジク +

〔99〕 *Clavus* (*clathrodrillia*) *jeffreysi* Smith

モミヂボラ +

〔100〕 *Mangelia deshayesi* (Dunker)

タカカドマンジ

〔101〕 *Philbertia leuckarti* (Dunker)

クリイロコウシツブ

〔102〕 *Ph.* *tokyoensis* (Pilsbry)

トウキョウコウシツブ

Order OPISTHOBRANCHIA 後鰓目

Family PYRAMIDELLIDAE トウガタガイ科

〔103〕 *Tiberia pulchella* (A. Adams)

クチキレガイ +

〔104〕 *Leucotina* (*Actaeopyramis*) *eximia* (Lischke)

ヒメゴウナ +

〔105〕 *L.* (*Actaeopyramis*) *mira* (Yokoyama)

ハリクチキレ

〔106〕 *Tropaeas* sp.

ヒダクチキレ

〔107〕 *Syrnola* (*Colsyrnola*) *brunnea* (A. Adams)

チャイロクチキレ +

〔108〕 *S.* (*Syrnola*) *cinctella* A. Adams

ホソクチキレ+

〔109〕 *Kleinella* sp.〔110〕 *Odostomia desimana* Dall et Bartsch

クチキレモドキ

〔111〕 *Chrysallida* (*Pyrgulina*) *lecta* (Dall et Bartsch)

カゴメイトカケクチキレ

〔112〕 *Turbonilla* (*Dunkeria*) *shigeyasui* Yokoyama

カゴメイトカケギリ

〔113〕 *T.* (*Mormula*) *scrobiculata* Yokoyama

ウネイトカケギリ +

〔114〕 *T.* (*Turbonilla*) *multigyrata* Dunker

シロイトカケギリ +

〔115〕 *Cingulina cingulata* (Dunker)

ヨコイトカケギリ

〔116〕 *C.* *terebra* (Dunker)

ヨコイトカケギリダマシ

Family ACTEONIDAE キデビキガイ科

〔117〕 *Pupa strigosa* (Gould)

コシイノミガイ

Family RINGICULIDAE マメウラシマ科

〔118〕 *Ringicula doliaris* Gould

マメウラシマ +

〔119〕 *R.* *oehlertiae* Morlet

コマメウラシマ

Family ATYIDAE タマゴガイ科

〔120〕 *Liloa porcellana* (Gould)

カイコガイダマシ

〔121〕 *Limulatys constricta* Habe

クビレタマゴガイ

〔122〕 *Haloo rotundata* (A. Adams)

ブドウガイ +

〔123〕 *H.* *binotata* (Pilsbry)

ニクイロブドウガイ

[124] *Atys cylindrica* (Helbling) カイコガイ

[125] *Atys naucum* (Linné) タマゴガイ

Family RETUSIDAE ヘコミツララガイ科

[126] *Retusa (coelophysis) succincta* (A. Adams) ヘコミツララガイ

[127] *Volvulella artiaperta* (Yamakawa) ツムマメヒガイ

Family TRICLIDAE スイフガイ科

[128] *Acteocina insignis* (Pilsbry) コメツブガイ +

[129] *A. (Toxnatina) exilis* (Dunker) ヨワコメツブガイ

[130] *Cylichnatnatys striata* (Yamakawa) カスミスデカイコガイダマシ

[131] *Cylichnatnatys* sp.

Family PHILINIDAE キセワタ科

[132] *Philine scalpta* A. Adams ウスキセワタ

Order PULMONATA 有 肺 目

Family SIPHONARIIDAE カラマツガイ科

[133] *Siphonaria japonica* (Donovan) カラマツガイ +

Class SCAPHOPODA 掘 足 綱

Family DENTALIIDAE ツノガイ科

[134] *Dentalium (Paradentalium) octangulatum* Donovan ヤカドツノガイ +

[135] *D. (Paradentalium) hexagonum* Gould ムカドツノガイ +

[136] *D. (Episiphon) makiyamai* Kuroda et Kikuchi ホウソクツノガイ +

Class BIVALVIA 雙 殻 綱

Order TAXODONTA 多 歯 目

Family ARCIDAE フネガイ科

[137] *Arca navicularis* Bruguière ワシノハ

[138] *A. arabica* Philippi ネジアサリ +

[139] *A. boucardi* Jousseaume コベルトフネガイ

[140] *Barbatia (Savignyarca) obtusoides* (Nyst) カリガネエガイ +

[141] *B. (Ustularca) stearnsi* (Pilsbry) ハナエガイ +

[142] *Samacar pacifica* (Nomura et Zinbo) ミノエガイ +

[143] *Striarca (Galactella) symmetrica* (Reeve) ミミエガイ

[144] *Anadara (Scapharca) broughtoni* (Schrenck) アカガイ +

[145] *A. (Scapharca) subcrenata* (Lischke) サルボウ +

Order ANISOMYARIA 不 等 筋 目

Family ANOMIIDAE ナミマガシワ科

[146] *Anomia lischkei* Dautzenberg et Fischer ナミマガシワ +

Family MYTILIDAE イガイ科

- [147] *Mytilus edulis* Linné *1 ムラサキイガイ
 [148] *Brachidontes (Arcuatula) senhousia* (Benson) ホトトギス +
 [149] *B. (Arcuatula) japonica* (Dunker) ヤマホトトギス +
 [150] *Volsella nipponica* Oyama ヒバリガイ +
 [151] *V. difficilis* Kuroda et Habe エゾヒバリガイ
 [152] *Septifer (Mytilisepta) grayana* (Dunker) ヒメイガイ
 [153] *Musculus (Modiolarca) neglectus* Kuroda タマエガイ

Family PTERIIDAE ウグイスガイ科

- [154] *Pinctada martensi* (Dunker) *2 アコヤガイ +

Family OSTREIDAE イタボガキ科

- [155] *Ostrea (Ostrea) denselamellosa* Lischke イタボガキ +
 [156] *O. (Crassostrea) gigas* Thunberg カキ +

Family PINNIDAE ハボウキガイ科

- [157] *Pinna (Cyrtopinna) attenuata* Reeve ハボウキガイ

Family PECTINIDAE イタヤガイ科

- [158] *Decatopecten striatus* (Schumacher) キンチャクガイ +
 [159] *Chlamys irregularis* (Sowerby) ナデシコガイ +
 [160] *Ch. nipponensis* Kuroda アヅマニシキ
 [161] *Ch. nipponensis akazara* Kuroda アカザラ
 [162] *Pecten (Notovola) albicans* (Schroeter) イタヤガイ +
 [163] *Spondylus cruentus* Lischke チリボタン +

Family LIMIDAE ミノガイ科

- [164] *Promantellum orientale* (Adams et Reeve) ユキミノ +
 [165] *Ctenoides japonica* (Dunker) ハネガイ

Order EULAMELLIBRANCHIATA 真 辨 鰓 目

Family TRAPEZIIDAE フナガタガイ科

- [166] *Trapezium (Neotrapezium) japonicum* Pilsbry ウネナシトマヤガイ
 [167] *T. (neotrapezium) subleavigatum* Lamarck タガソデモドキ

*1 ムラサキイガイは従来、内橋（ムラサキイガイ *Mytilus edulis* L. の日本群島における分布、動物学雑誌 Vol. 49, No. 3, 4, '37）によつて太平洋岸及び瀬戸内海に分布していることがわかつていたが、最近、日本海側にも分布するようになった。すなわち、東舞鶴湾平沖（内橋、未発表）、七尾湾（小川：七尾湾で発見したムラサキイガイ、採集と飼育、Vol. 14, No. 9, '52）。小川によれば本種の日本海側への伝播系路は明らかでないが、主として宮城県からの種がき移入に関係があるもののようである。標本14箇、殻長 35~56 mm

*2 1951年7~8月、日水研が地先水面で真珠貝の核挿入のため、卵抜きをおこなつている。今回得られた標本は7箇で、殻長 7~9 mm。真珠貝は七尾湾とくに北湾に多いが、西湾でも唐島、笠師保辺まで分布している。

Family UNGULINIDAE ヤエウメ科

- [168] *Phlyctiderma japonica* (Pilsbry) ヤエウメ +

Family LUCINIDAE カブラツキガイ科

- [169] *Lucina stearnsiana* Oyama イセシラガイ +
 [170] *Pillucina pisidium* (Dunker) ウメノハナガイ +
 [171] *Ctena divergeus* (Philippi) ヒメツキガイ +

Family EPYCINIDAE シタタリガイ科

- [172] *Kellia japonica* Pilsbry ドブシジミモドキ
 [173] *K. porculus* Pilsbry コハクノツユ
 [174] *Kellia* sp.
 [175] *Pseudopythina subsinuata* (Lischke) コフジガイ
 [176] *Cardita leana* Dunker トマヤガイ +

Family CHAMIDAE キクザル科

- [177] *Chama reflexa* Reeve キクザル +
 [178] *C. semipurpurata* Lischke ソメワケガシラ

Family CARDIIDAE ザルガイ科

- [179] *Fulvia mutica* (Reeve) トリガイ +
 [180] *F. hungerfordi* (Sowerby) チゴトリガイ +
 [181] *Laevicardium undatopictum* (Pilsbry) マダラチゴトリガイ

Family VENERIDAE マルスダレ科

- [182] *Dosinia (Phacosoma) japonica* (Reeve) カガミガイ +
 [183] *D. (Dosinella) angulosa* (Philippi) ウラカガミ +
 [184] *Cyclina sinensis* (Gmelin) オキシジミ +
 [185] *Circe stutzeri* (Donovan) シラオガイ +
 [186] *Pitar (Pitar) lineolata* (Sowerby) ガンギハマグリ +
 [187] *Saxidomus purpuratus* (Sowerby) ウチムラサキ +
 [188] *Veremolpa micra* (Pilsbry) ヒメカノコアサリ
 [189] *Gomphina (Macridiscus) melanaegis* Roemer コタマガイ
 [190] *Paphia (Paphia) euglypta* (Philippi) スダレガイ +
 [191] *P. (Parataptes) undulata* (Born) イヨスダレ
 [192] *Irus mitis* (Deshayes) マツカゼ +
 [193] *I. macrophyllus* (Deshayes) ハネマツカゼ
 [194] *Venerupis (Amygdala) japonica* (Deshayes) アサリ +
 [195] *V. (Amygdala) variegata* (Sowerby) ヒメアサリ +
 [196] *Protothaca jedoensis* (Lischke) オニアサリ

Family MACTRIDAE バカガイ科

- [197] *Mactra sulcataria* Reeve バカガイ +
 [198] *Raeta (Raetellops) pulchella* (Adams et Reeve) チヨノハナガイ

Family DONACIDAE フジノハナガイ科

- [199] *Chion semigranosus* (Dunker) フジノハナガイ +

Family TELLINIDAE ニツコウガイ科

- [200] *Arcopagia (Merisca) diaphana* (Deshayes) イチヨウシラトリガイ
 [201] *A. (Quadrans) spinosa* (Hanley) トゲウネガイ +
 [202] *Fabuline iridella* v. Martens カバザクラ +
 [203] *Moerella jedoensis* (Lischke) エドザクラ +
 [204] *M. kurodai* (Makiyama) コメザクラ +
 [205] *M. juvenilis* (Hanley) ユウシオガイ +
 [206] *Macoma incongrua* (v. Martens) ヒメシラトリ +
 [207] *Heteromacoma yantaiensis* (Crosse et Debeaux) シラトリモドキ +
 [208] *H. oyamai* Kira マルシラトリモドキ

Family SEMELIDAE アサデガイ科

- [209] *Theora (Endopleura) lubrica* Gould シヅクガイ

Family HIATELLIDAE キヌマトイガイ科

- [210] *Hiatella orientalis* (Yokoyama) キヌマトイガイ +

Family MYIDAE オオノガイ科

- [211] *Mya (Arenomya) japonica* Jay オオノガイ +

Family GASTROCHAENIDAE コヅツガイ科

- [212] *Rocellaria cuneiformis* (Spengler) ツクエガイ

Family PHOLADIDAE ニオガイ科

- [213] *Zirfaea subconstricta* (Yokoyama) ニオガイモドキ
 [214] *Barnea (Anchomasa) manilensis inornata* (Pilsbry) ニオガイ
 [215] *Pholadidea kamakurensis* (Yokoyama) カモメガイ
 [216] *Mesopholas intusgranosa* I. Taki et Habe チビカモメガイ
 [217] *Martesia striata* (Linné) カモメガイモドキ
 [218] *Aspidopholas yoshimurai* Kuroda et Habe イシゴロモガイ

Family TEREDINIDAE フナクイムシ科

- [219] *Teredo japonica* Clessin フナクイムシ

Family LATERNULIDAE ソトホリガイ科

- [220] *Laternula japonica* (Lischke) オキナガイ
 [221] *L. kamakurana* (Pilsbry) ウスギヌ

引用文献

- 1) 市村 壱・安田作次郎 ('37): 七尾湾の生物, II, 七尾湾の貝類, 石川県天然記念物調査報告, 第10輯,

- 2) 吉村永治 ('30): 能登産イトカケガヒ科 *Epitoniidae* に就て, ヴイナス Vol. 2, No. 1
- 3) 寺町昭文・吉村永治 ('30): 能登における貝類採集の一日, 同上, Vol. 2, No. 2
- 4) 波部忠重 ('52): 七尾湾の底棲動物と貝類遺骸, 日水研記念論文集
- 5) 菊地勘左エ門 ('36): 富山湾軟体動物腹足類目録, 富山博物学会誌, 第1号
- 6) ————— ('38): 富山湾斧足類目録, 同上, 第2号
- 7) 黒田徳米・菊地勘左エ門 ('33): 富山湾の貝類(1), ヴイナス, Vol. 4, No. 1
- 8) 石川 県 ('33): 石川県貝類目録, 石川県史第5編
- 9) 黒田徳米 ('33): 福井県産貝類目録
- 10) —————・寺町昭文 ('30): 日本産有鞘二枚貝の1新種, ヴイナス Vol. 2, No. 2

体長組成推定法の改良*

山 中 一 郎

An improved method estimating body length composition

Ichiro YAMANAKA

Synopsis

On estimating body length composition in the study of vital statistics, ratio estimation is used instead of simple estimation in order to increase precision.

Put M : Number of voyages in population,

m : ; ; ; ; ; in sample,

$X_i \equiv N_i$: Total number of individuals in the i -th sample voyage,

n_i : Number of individuals drawn as sample in the i -th sample voyage,

y_{ij} : Number of samples belonging to the j -th length interval in the i -th sample voyage,

r_i : Sampling ratio in the i -th sample voyage,

Then, the ratio estimates P_j' , that of the number of individuals belonging to the j -th length interval P_i is shown as the formula (2), and its variance is shown in (9), here every notation is explained in (6)~(8).

As seen in the examples, the between-voyage variance C_E^2 is much larger than the within voyage one C_e^2 , and the latter is practically negligible. Using this method, the precision can be remarkably increased with decreasing the procedure of computation.

資源調査において、体長組成推定は生物統計研究に重要な役を占めており、ある体長階級に属する個体数を推定すること、及びその精度については土井¹により論じられている。これは単純推定であり、この場合に推定されたある体長階級に属する総数の精度が概して悪いことはよく知られていることである。これは主として標本船（標本航海）間の変動が極めて大きいことによるものであり、又この原因としても2つの事が考えられる。第1には、1回の航海の漁獲高の変動によるものであり、他は1回の漁獲物の組成の不均一性によるものである。後者は前者に比して少であると考えられる。つまり、1漁獲の中である大きさを占めるものの割合は、漁獲高の変動自体に比して少いものと考えられる。

したがって、もし漁獲高自体とこの割合とを別々に適当な精度をもつて推定することが出来るならば、ある階級に属するものの総数も、この2つの推定量を乗ずることによつて推定出来る。

前者については、統計調査部の努力によつて総漁獲高を推定する方法は著しく改良されたので、後者を十分なる精度をもつて推定することがえられれば、我々の目的は達しうることになる。

この目的のために、比推定によつて、ある体長階級に属するものの割合を推定することを考えた。

* 尙この報文は昭和27年6月全国イワシ調査担当者会議で発表したものである。

$$\left. \begin{aligned} cov_e(xy) &= \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ \sigma_{ix}^2 &= \frac{1}{N_i} \sum_{k=1}^{N_i} (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \\ \sigma_{iy}^2 &= \frac{1}{N_i} \sum_{k=1}^{N_i} (y_{ik} - \bar{y}_i)^2 \\ cov_i(xy) &= \frac{1}{N_i} \sum_{k=1}^{N_i} (x_{ik} - \bar{x}_i)(y_{ik} - \bar{y}_i) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

ここで, x_{ik} は常に 1 であるから

$$\sigma_{ix}^2 = 0 \dots\dots\dots(5)$$

又 P_{ij} を, 第 i 標本船内の階級 j に属するものの割合とすれば,

$$\sigma_{iy}^2 = P_{ij}(1 - P_{ij}) \dots\dots\dots(6)$$

$$cov_i(xy) = \frac{1}{N_i} \sum_{k=1}^{N_i} (x_{ik} y_{ik} - N_i \bar{x}_i \bar{y}_i) = \frac{1}{N_i} (N_i P_{ij} - N_i P_{ij}) = 0 \dots\dots\dots(7)$$

更に

$$C_X^2 = \frac{\sigma_e^2 x}{X^2} \quad C_Y^2 = \frac{\sigma_e^2 y}{Y^2} \quad \rho_{(XY)} = \frac{cov_e xy}{\sqrt{\sigma_e^2 x \sigma_e^2 y}} \dots\dots\dots(8)$$

とすれば(3)は,

$$\begin{aligned} \frac{V(P_j')}{(P_i)^2} &= M^2 \frac{M-m}{M-1} \frac{1}{m} \left[\frac{\sigma_e^2 x^2}{X^2} + \frac{\sigma_e^2 y^2}{Y^2} - 2 \frac{cov_e(XY)}{XY} \right] + \frac{M}{m} \sum_{i=1}^M X_i^2 \frac{X_i - n_i}{X_i - 1} \frac{1}{n_i} \frac{P_{ij}(1 - P_{ij})}{X^2} \\ &= M^2 \frac{M-m}{M-1} \frac{1}{m} \left[C_X^2 + C_Y^2 - 2\rho_{XY} C_X C_Y \right] + \frac{M}{m} \sum_{i=1}^m \frac{X_i - n_i}{X_i - 1} \frac{P_{ij}(1 - P_{ij})}{n_i} \frac{1}{Y^2} \\ &= M^2 \frac{M-m}{M-1} \frac{1}{m} \left[C_X^2 + C_Y^2 - 2\rho_{XY} C_X C_Y \right] + \frac{m}{M \sum_i (Y_{ij})^2} \sum_i \frac{X_i^2}{n_i} \frac{X_i - m_i}{X_i - 1} P_{ij}(1 - P_{ij}) = C_F^2 + C_I^2 \dots\dots\dots(9) \end{aligned}$$

この最初の項 C_F^2 は航海間(船間)の変動を, 最後の項 C_I^2 は船内の変動を示している。後で実例で示すごとく後者は前者に比して極めて小さい。 C_Y^2 以外の項を全部除くと, この式は単純推定と全く同じになる。よつて比推定の効果は〔 〕内の値と C_Y^2 の比較によつて知ることが出来る。

1951~2年の委託調査によつて得られた実例を示す。

Maiwashi, (*Sardinops melanosticta* (T. & S.))

At Niigata, Apr.-May, 1951 m=11

j (c. m.)	C_Y^2	P_{XY}	$C_X^2 + C_Y^2 - 2\rho_{XY} C_X C_Y$	C_F^2	C_I^2	$\sqrt{C_F^2 + C_I^2}$	P_j
18.0	2.18	0.44	1.76	0.16	<0.01	0.4	0.04
18.5	0.94	0.75	0.32	0.03		0.17	0.09
19.0	1.01	0.78	0.33	0.03		0.17	0.14
19.5	1.78	0.88	0.57	0.05		0.22	0.20
20.0	0.70	0.99	0.03	0.003		0.05	0.16
20.5	0.67	0.91	0.12	0.011		0.11	0.11
21.0	0.73	0.91	0.13	0.012		0.14	0.11
21.5	0.81	0.94	0.11	0.01		0.10	0.08
22.0	0.57	0.95	0.09	0.008		0.09	0.04

Mushigarei, (*Eopssela grigorjewi* (HERZENSTEIN))

At Hamada. Sept.-Dec. 1951

m=29

j	C_Y^2	P_{XY}	$C_X^2 + C_Y^2 - 2\rho_{XY}C_XC_Y$	C_E^2	C_I^2	$\sqrt{C_E^2 + C_I^2}$	P_i
13	2.1	0.38	2.04	0.07	0.0003	0.26	0.081
14	2.2	0.82	0.77	0.03		0.16	0.064
15	1.9	0.81	0.68	0.02		0.15	0.071
16	2.5	0.80	1.31	0.04		0.21	0.104
17	1.5	0.67	1.54	0.05		0.23	0.112
18	1.0	0.67	0.73	0.002		0.05	0.093
19	1.0	0.86	0.51	0.036		0.18	0.084
20	1.3	0.71	0.24	0.06		0.24	0.049

Sohachi-garei, (*Cleisthenes herzensteini* (SCHMIDT))

At Niigata Sep.-Dec. 1951

m=28

j	C_Y^2	P_{XY}	$C_X^2 + C_Y^2 - 2\rho_{XY}C_XC_Y$	C_E^2	C_I^2	$\sqrt{C_E^2 + C_I^2}$	P_i
12	13.9	0.97	1.0	0.016	0.009	0.16	0.055
13	12.2	0.90	2.3	0.038	0.0003	0.15	0.092
14	13.4	0.96	1.1	0.018	0.002	0.14	0.226
15	13.1	0.98	0.4	0.007	0.001	0.08	0.242
16	13.7	0.98	0.8	0.013	0.002	0.13	0.167
17	11.9	0.87	2.9	0.048	0.006	0.30	0.045
18	9.4	0.47	10.7	0.176	0.009	0.43	0.016

これによれば (1) 航海間の変動に比して航海内変動は極めて小さく無視し得る, (2) よつて精度を上げるには標本船数を増すのがよい。 (3) 現在程度に標本数があるときは第 2 項は無視出来る。 (4) ある標本船の漁獲高で, この中のある階級に属するものの数との相関係数 $\rho_{(XY)}$ で高いときは比推定によつて全変動を極めて少くすることが出来る。

我々の目的にとつて, 最も重要なのは体長頻度のモード附近の組成であることが多く, 又, このときに $\rho_{(XY)}$ が 1 に近いことが多いのであるから, この比推定は十分実用に供し得るものであり, 単純推定に比して勝っているものである。

附 記 この研究は全国イワシ底魚資源担当者会議の決定による全国調査の一部として行われたものである。常に援助を与へられた日水研所長内橋潔氏, 同加藤源治氏, 有益なる助言を与へられた東海区水研田中昌一氏, 熱心に協力され数値計算を監督された岡地伊佐雄氏, 同じく数値計算の担当者赤尾多喜子嬢に謝意を示す。

文 献

土井長之 体長組成の精度について 以西底魚資源調査研究報告 No. 3, p.p 39 (1951)
西海区水研

体長組成から年令組成を求める方法についての吟味

(日本海大羽イワシについて)

山 中 一 郎

A discussion on the methods estimating age composition
from body length.

Ichiro YAMANAKA

Synopsis

The precision of several kinds of methods estimating age composition is discussed mathematically.

(1) Assuming that the body length of a certain age distributes normally, and putting the proportions of each age as unknown parameters, the least square method is available to solve them.

In this case, many causes of error act orthogonally and the precision is not so good when the growth rate is not so large compared with the range in an age, and moreover the procedure of computation is tedious.

(2) Stratifying samples drawn according to length, the age composition in every length interval is estimated and is summed up.

In this case, the precision is superior to the former. But the procedure of stratifying is not always available in the field work.

(3) The direct sampling for age determination is desirable in the viewpoint of mathematics, but the number of samples necessary for this purpose is pretty large even if the age determination is complete. It is the problem of practice.

1. 緒 言

現在行われているイワシ、底魚等の資源調査の中軸は、標本調査によつて体長組成を求めることにおいているが、これは生物学的研究によつて体長と年令との関係を求め、体長組成を年令組成に引きなおすためであるが、この場合、体長組成の精度はあらかじめ計画することが出来るのであつて、このようにして間接に年令組成を推定する場合にての精度がどのようなものであるかを知つておく必要があるので、日本海流網による大羽イワシについて検討して見た。

体長組成から年令組成を求める方法として考えられる方法は、

(i) 各年令毎に体長の度数分布を求め、これから各体長毎に年令組成を未知数とする連立方程式を作り、最小自乗法によつて解く方法、すなわち、ある年令 t の魚体が体長階級 $(x, t+\Delta x)$ にある確率を $P_t(x)\Delta x$ とする。又 t 才魚の全母集団中の組成を A_t 、又全年令を通じて体長階級 $(x, x+\Delta x)$ に属する組成率を $F(x)\Delta x$ とすれば、

$$F(x)\Delta x = \sum_{(t)} A_t P_t(x)\Delta x \dots\dots\dots (1)$$

$P_t(x)$ の値は同一年令の魚体の体長の分布形がわかれば知ることが出来るから、 A_t を未知数として最小自乗法により解くことが出来る⁽¹⁾。

(ii) 各体長階級毎に年令組成をしらべ、これを全変域に引き直す⁽²⁾。すなわち、体長範囲 $(x, x+\Delta x)$ に属するものの中で年令 t なるものの占める割合を $f_x(t)$ とし、 $F(x)$ 、 A_t 等を前と同じ意味に用いるとすれば、

$$A_t = \sum_{(x)} F(x) f_x(t) \Delta x \dots\dots\dots (2)$$

となる。解析的に扱うときは $\Delta x \rightarrow 0$ として、(2)は、

$$A_t = \int_{(x)} F(x) f_t(x) dx \dots\dots\dots (3)$$

とする方がよい。

2. 第 1 法 による 場合 の 吟 味

この場合の標本採集は二重抽出にすることが出来る。すなわち、体長組成推定用の標本と、体長—年令の関係を知るための標本は独立にとることが出来る。体長分布を知るために抽出した資料を全部用いるか、又はこの中より副次抽出によつてとる方がよいであろうが、イワシの如く鱗の剥げ易い魚種にあつては、このようにして得られた個体が必ずしも検鱗に都合がよいとは限らないので、むしろとり易い方法で別にとることにした。この際、同一年令に属する体長の分布が正規型であれば、この特性をあらわす母数、すなわち母平均と母標準偏差から推定することが出来、又、この標本値は安定がよいので、これを推定するための標本をとることは労力的には相当に容易であろう。

	2 才	3 才	4 才	5 才
m_t	19.5	21.0	21.5	22.6
σ_t	0.93	0.73	0.57	0.57
個体数	593	480	260	120

日本海沿岸各府県への委託調査 (1950年) によつて得られた資料を使つて上述の事実を検して見ると、略々近似的に成立することを知つた⁽³⁾。その各年令に対する不偏推定量 (標準偏差については標本数が相当多いので一致統計量も同一である) を左に示す。厳密に

いえば、生長度は地域によつて異なるのでこのような取扱は各地域毎になすべきである⁽⁴⁾。

このとき $P_t(x)$ は次の形になる。

$$P_t(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_t} \exp. - (x - m_t)^2 / 2\sigma_t^2 \dots\dots\dots (4)$$

よつて (1) は、

$$F(x) \Delta x = \sum_t A_t \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_t} \exp. - (x - m_t)^2 / 2\sigma_t^2 \Delta x \dots\dots\dots (5)$$

基準方程式を作ると、

$$\sum_x F_x \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_t} \exp. - (x - m_t)^2 / 2\sigma_t^2 \Delta x = \sum_t \sum_x A_t \frac{1}{2\pi \sigma_t \sigma_t'} \exp. - \left[\frac{(x - m_t)^2}{2\sigma_t^2} + \frac{(x - m_t')^2}{2\sigma_t'^2} \right] \Delta x$$

この左辺は実際の値を計算して求めなければならないが、右辺の各係数は変形すれば簡単な形になる。すなわち、 $\Delta x \rightarrow 0$ とすれば、

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_x A_t \cdot \frac{1}{2\pi \sigma_t \sigma_{t'}} \exp. - \left[\frac{(x - m_t)^2}{2\sigma_t^2} + \frac{(x - m_{t'})^2}{2\sigma_{t'}^2} \right] \Delta x = A_t \frac{1}{2\pi \sigma_t \sigma_{t'}} \int_{-\infty}^{\infty} \exp. - \left[\frac{(x - m_t)^2}{2\sigma_t^2} + \frac{(x - m_{t'})^2}{2\sigma_{t'}^2} \right] dx \dots (6)$$

$t = t'$ のとき (6) は、

$$P(t, t) = \frac{1}{2\pi \sigma_t^2} \int_{-\infty}^{\infty} \exp. - \frac{(x - m_t)^2}{\sigma_t^2} dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_t} \dots (7)$$

$t \neq t'$ のとき

$$P(t, t') = \frac{1}{2\pi \sigma_t \sigma_{t'}} \int_{-\infty}^{\infty} \exp. - \left[\frac{(x - m_t)^2}{2\sigma_t^2} + \frac{(x - m_{t'})^2}{2\sigma_{t'}^2} \right] dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi(\sigma_t^2 + \sigma_{t'}^2)}} \cdot \exp. - \left[-\frac{1}{2} \frac{(m_t - m_{t'})^2}{(\sigma_t^2 + \sigma_{t'}^2)} \right] \dots (8)$$

すなわち $\sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_{t'}^2}$ を標準偏差とし、 $m_t - m_{t'}$ を平均とする正規分布函数と同型であるから、正規分布の表を用いて容易に求めることが出来る。

すなわち $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y^2}{2}} = \varphi(y)$ とすれば、基準方程式は次の形になる。

$$E(t): \quad \sum_x \frac{F(x)}{\sigma_t} \varphi\left(\frac{x - m_t}{\sigma_t}\right) = A_t \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_t} + \sum_{t'} A_{t'} \frac{1}{\sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_{t'}^2}} \times \varphi\left(\frac{m_t - m_{t'}}{\sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_{t'}^2}}\right) \dots (9)$$

この場合、ダツシュは異なる年令 t' の組合せによつて出来た項を示す。

このようにして出来た基準方程式を解いて得られた A_t の最確値に誤差を互する原因として2つの原因がある。

(A) 体長組成 $F(x)$ に誤差のあること、この場合には同一年令内の体長分布を定める m_t , σ_t は確定しているとする。

(B) m_t , σ_t の推定値の Sampling Error によるもの。

(A) の場合：基準方程式を普通の形に書きなおして、

$$l_1 = A_1 P_{(11)} + A_2 P_{(13)} + \dots$$

$$l_2 = A_1 P_{(21)} + A_2 P_{(22)} + \dots$$

⋮

$$\text{ここに } l_t = \sum_x F_x \frac{1}{\sigma_t} \varphi\left(\frac{x - m_t}{\sigma_t}\right)$$

この場合 A_t の標準誤差 ϵA_t は

$$\epsilon^2 A_t = \epsilon^2 \times \frac{D_{tt}}{D} \dots (10)$$

但し $D = \begin{vmatrix} P_{(11)} & P_{(12)} & \dots \\ P_{(21)} & P_{(22)} & \dots \\ P_{(31)} & P_{(32)} & \dots \end{vmatrix}$ 即ち $P_{(ii)}$ を主値とする行列式、また D_{ii} はこの行列式の $P_{(ii)}$

の小行列式である。又 ϵ^2 は体長組成値 $F(x) \Delta x$ が各階級について等しい標準誤差 $\epsilon(F(x))$ を有するときの標準誤差である。

1951年大羽イワシ調査(新潟)の資料を例にとると、各体長組成の実測精度 $\frac{\epsilon F(x)}{F(x)}$ は単純抽出とすれば mode で 0.05 程度、両端で 0.7 程度である。したがつて、体長組成推定値の標準誤差は下表のようになり、厳密には等しくはないが、大体の目安をつけるため大きく見積つて 0.007 とおく。尙副次抽出とすれば約 4 倍になり 0.03 とおいて差支ないであろう。

$\bar{x}$	Fx	$\frac{\epsilon Fx}{F\bar{x}}$	ϵFx	x	Fx	$\frac{\epsilon F(x)}{F(x)}$	$\epsilon F(x)$
17.5	0.002	0.650	0.001	21.5	0.109	0.074	0.008
18.0	0.010	0.250	0.003	22.0	0.074	0.092	0.007
18.5	0.086	0.136	0.005	22.5	0.039	0.128	0.005
19.0	0.087	0.083	0.007	23.0	0.016	0.244	0.004
19.5	0.140	0.064	0.009	23.5	0.007	0.767	0.005
20.0	1.198	0.050	0.009	24.0	0.002	0.500	0.001
20.5	0.169	0.057	0.008	24.0			
21.0	0.111	0.070	0.008	24.5			

又 5 才以上のものは僅かであるから 行列式を作るときに 省略すると未知数は A_1, A_2, A_3 の 3 個で夫々 2 才, 3 才, 4 才のものに相当する。

基準方程式の係数の行列式は

$$D = \begin{vmatrix} 0.301 & 0.153 & 0.035 \\ 0.153 & 0.380 & 0.246 \\ 0.305 & 0.246 & 0.490 \end{vmatrix} = 0.030$$

$$D_{11} = 0.095 \quad \frac{D_{11}}{D} = 3.14 \quad \epsilon A_1 = 0.03 \times \sqrt{3.14} = 0.053$$

$$D_{22} = 0.1220 \quad \frac{D_{22}}{D} = 4.06 \quad \epsilon A_2 = 0.03 \times \sqrt{4.06} = 0.061$$

$$D_{33} = 0.0694 \quad \frac{D_{33}}{D} = 2.30 \quad \epsilon A_3 = 0.03 \times \sqrt{2.30} = 0.045$$

$$A_1 = 0.26 \quad A_2 = 0.53 \quad A_3 = 0.14 \quad \text{とすると}$$

$$\frac{\epsilon A_1}{A_1} = 0.20 \quad \frac{\epsilon A_2}{A_2} = 0.11 \quad \frac{\epsilon A_3}{A_3} = 0.30$$

となる。すなわち、体長組成自体の *mode* に 20 % 程度の誤差があるときは、年令組成は 10 ~ 30 % の誤差 (絶対値にして 5 % 程度の誤差が生ずる)

(B) 統計量 m_i, σ_i の Sampling Error のあるとき、

m_i, σ_i を標本値より (m_i, S_i) によつて推定するとき、この標本分散を見ると、

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{m_i} &= \frac{\sigma_i}{\sqrt{n}} \\ \sigma_{S^2} &= \frac{\sqrt{2(n-1)}}{n} \sigma_i^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (11)$$

(S の分散より S^2 の分散が扱い易い)

$$\text{又 } E(m_i) = m_i \quad E(S^2) = \sigma^2 \quad (n \text{ は大体 } 30 \text{ より大}) \dots\dots\dots (12)$$

すなわち m_i, σ_i^2 の分散はどちらも σ_i と標本の大きさのみによつている。

σ_i, n と $\sigma_{m_i}, \sigma_{S^2}$ の関係を示すと下の様になる。

σ_{m_i}			
$n \backslash \sigma_i$	0.5	0.7	1.0
50	0.07	0.10	0.14
100	0.05	0.07	0.10
500	0.02	0.03	0.04

σ_{S^2}			
$n \backslash \sigma_i$	0.5	0.7	1.0
50	0.04	0.13	0.19
100	0.03	0.02	0.04
500	0.01	0.44	0.02

これによると σ_{mt} は標本数が 100 程度で測定誤差に入るが, $\sigma(\sigma_t^2)$ を測定誤差 $(0.1)^2=0.01$ 以内に入れるには 500 の標本でも十分とはいえない。今扱っている例では標本数は相当大であるから $\sigma_{mt}=0.04$ $\sigma_{\sigma_t^2}=0.04$ 位であらうが, 各地域毎に推定するときは標本数は 100 程度で $\varepsilon_{mt}=0.07$ $\varepsilon_{\sigma_t^2}=0.05$ 位であらう。 m_t , $\sigma_t'^2$ に, したがつてこの程度の誤差を生ずるものとし, ε_{mt} , ε_t^2 とかけば, これ等が $P(tt')$ 等に与へる影響は,

$t=t'$ のとき

$$P(tt') = \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \frac{1}{\sigma_t}$$

$$\varepsilon^2 \sigma P(tt') = \left(\frac{dP(t)}{d\sigma_t^2} \right)^2 (\varepsilon \sigma_t^2)^2 = \left(\frac{-1}{4\sqrt{\pi}} \frac{1}{\sigma_t^3} \right)^2 (\varepsilon \sigma_t^2)^2 = \frac{1}{16\pi \sigma_t^6} \cdot (\varepsilon \sigma_t^2)^2 \dots \dots \dots (13)$$

$t=t'$ のとき

$$P(tt') = \frac{1}{\sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_t'^2}} \varphi \frac{(m_t - m_t')}{\sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_t'^2}}$$

$$(\varepsilon P(tt'))^2 = \varepsilon^2 P(tt') = \left(\frac{\partial P(tt')}{\partial m_t} \right)^2 (\varepsilon^2 m_t) + \left(\frac{\partial P(tt')}{\partial m_t'} \right)^2 (\varepsilon^2 m_t') + \left(\frac{\partial P(tt')}{\partial \sigma_t^2} \right)^2 (\varepsilon^2 \sigma_t^2) + \frac{\partial P(tt')}{\partial \sigma_t'^2} (\varepsilon \sigma_t'^2)^2 \dots \dots \dots (14)$$

$$\frac{\partial P(tt')}{\partial m_t} = \frac{1}{\sigma_t^2 + \sigma_t'^2} \varphi' = - \frac{\partial P(tt')}{\partial m_t'}$$

$$\left(\frac{\partial P(tt')}{\partial m_t} \right)^2 = \left(\frac{\partial P(tt')}{\partial m_t'} \right)^2 = \frac{1}{(\sigma_t^2 + \sigma_t'^2)^2} (\varphi')^2 \dots \dots \dots (15)$$

$$\frac{\partial P(tt')}{\partial \sigma_t^2} = \frac{\partial P(tt')}{\partial \sigma_t'^2} = \frac{1}{2} \frac{(m_t - m_t')}{(\sigma_t^2 + \sigma_t'^2)^2} \varphi'$$

$$\left(\frac{\partial P(tt')}{\partial \sigma_t^2} \right)^2 = \left(\frac{\partial P(tt')}{\partial \sigma_t'^2} \right)^2 = \frac{1}{4} \frac{(m_t - m_t')^2}{(\sigma_t^2 + \sigma_t'^2)^4} (\varphi')^2 \dots \dots \dots (16)$$

$$\varepsilon^2 P(tt') = (\varphi')^2 \times \left\{ \frac{\varepsilon^2 m_t^2 + \varepsilon^2 m_t'^2}{(\sigma_t^2 + \sigma_t'^2)^2} + \frac{1}{4} \frac{(m_t - m_t')^2}{(\sigma_t^2 + \sigma_t'^2)^4} (\varepsilon \sigma_t^2 + \varepsilon \sigma_t'^2)^2 \right\} \dots \dots \dots , ,$$

但し φ' は $\frac{m_t - m_t'}{\sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_t'^2}}$ における値を示す。

$$(\varepsilon^2 m_t)^2 + (\varepsilon^2 m_t')^2 = (0.07)^2 \times 2 = 0.0098$$

$$(\varepsilon^2 \sigma_t^2) + (\varepsilon^2 \sigma_t'^2) = 2 \times (0.05)^2 = 0.005$$

これ等に夫々の値を代入すると,

$$\varepsilon^2 P(11) = \frac{4\sigma_t^2}{16\pi \sigma_t^6} = \frac{(0.05)^2}{16 \times \pi \times (0.93)^6} = 0.0000765$$

$$\varepsilon^2 P(22) = \frac{(0.05)^2}{16 \times \pi \times (0.73)^6} = 0.000325$$

$$\varepsilon^2 P(33) = \frac{(0.05)^2}{16 \times \pi \times (0.57)^6} = 0.00131$$

$$\varepsilon P(11) = 0.0087$$

$$\varepsilon P(22) = 0.0181$$

$$\varepsilon P(33) = 0.037$$

このようにパラメータに 誤差のある場合の At の誤差について正式の方法⁽⁶⁾で解くことも出来るが, 計算が甚だ煩雑であるので直接計算によつて見当をつけた。

$4D$ を標準誤差ではないが, 行列式の各要素が $\varepsilon p_{tt'}$ づつ増したときの行列式の値の増分とすれば

	P(12)	P(13)	P(23)
$m_t - m_t'$	1.6	2.5	0.9
$\frac{(m_t - m_t')^2}{4}$	0.64	1.31	0.205
$\sigma_t^2 + \sigma_t'^2$	1.398	1.190	0.858
$(\sigma_t^2 + \sigma_t'^2)^2$	1.954	1.416	0.736
$(\sigma_t^2 + \sigma_t'^2)^4$	3.818	2.005	0.541
φ	0.154	0.035	0.247
φ'	-0.209	-0.082	-0.242
$(\varphi')^2$	0.0437	0.0067	0.0585
$\frac{\varepsilon^2 m_t + \varepsilon^2 m_t'}{(\sigma_t^2 + \sigma_t'^2)^2}$	0.005	0.007	0.0132
$\frac{1}{4} \frac{(m_t - m_t')^2}{(\sigma_t^2 + \sigma_t'^2)^4}$	0.167	0.650	0.379
$\varphi \times (\varepsilon \sigma_t'^2 + \varepsilon \sigma_t'^2)$	0.00083	0.0032	0.0189
{ }	0.0058	0.0102	0.0320
$(\varphi')^2 \{ \}$	0.00029	0.00006	0.00187
ε	0.014	0.0008	0.045

$$D+4D = \begin{vmatrix} 0.301+0.009 & 0.153+0.014 & 0.035+0.048 \\ 0.153+0.014 & 0.380+0.018 & 0.246+0.045 \\ 0.035+0.008 & 0.246+0.045 & 0.490+0.097 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.310 & 0.167 & 0.043 \\ 0.167 & 0.398 & 0.291 \\ 0.043 & 0.291 & 0.527 \end{vmatrix} = 0.0275$$

$$\frac{4D}{D} = \frac{0.0301-0.0275}{0.0301} = 0.086$$

即ち 8 ~ 9 % の誤差が生じ得る、又 A_t をとく方程式の分子の行列式もやはり同程度の誤差があるとすれば、したがって A_t の誤差百分率は分母の誤差の百分率の和として 20% 程度が予想される。

このような大きな誤差を生ずる原因は $\epsilon P(12)$, $\epsilon P(23)$ の如く相隣る 2 年の生長（殊に高年の）に關係ある誤差で、これを小さくするには ϵm_t , $\epsilon \sigma_t^2$ をもつと小さくしなくてはならない。しかし、標本の測定法自身が誤差を含んでいるので、標本を多くしても効果はさしてあがらず、又高年令のものをこのように数多くとることは困難であらう。このように、体長組成の誤差、パラメーターの誤差の 2 つの原因によつて、相当大きな誤差を有するので、この方法で年令組成を求めることは危険である。

3. 第 2 法による場合の吟味

この場合は各体長階級毎に、その年令組成を知るのであるから、年令査定用の資料は、体長で層別した中より無作為にとらねばならず、即ち体長組成用資料より、副次抽出によりとるか、又は体長組成用資料を全数調査する必要がある。

このとき、

$$A_t = \sum_x F(x) f_x(t) \Delta x \dots \dots \dots (2)$$

又は

$$A_t = \int_x F(x) f_x(t) dx \dots \dots \dots (3)$$

一つの体長範囲については、

$$\Delta A_t = F(x) f_x(t) \Delta x \dots \dots \dots (18)$$

$$\frac{\epsilon \Delta A_t}{\Delta A_t} = \frac{\epsilon F(x) \Delta x}{F(x) \Delta x} + \frac{\epsilon f_x(t)}{f_x(t)} \dots \dots \dots (19)$$

$F x \Delta x = P(x)$ とかければ、

$$\frac{\epsilon \Delta A_t}{\Delta A_t} = \frac{\epsilon P(x)}{P(x)} + \frac{\epsilon f_x(t)}{f_x(t)} \dots \dots \dots (20)$$

しかるに $\frac{\epsilon P(x)}{P(x)}$ は単純抽出の場合は $\sqrt{\frac{1-P(x)}{NP(x)}}$ (N は全標本数)

$$\frac{\epsilon f_x(t)}{f_x(t)} = \sqrt{\frac{n_x - n_x(t)}{(n_x - 1)n_x(t)}} \cdot \frac{1 - f_x(t)}{f_x(t)} \dots \dots \dots (21)$$

よつて

$$\frac{\epsilon \Delta A_t}{\Delta A_t} = \sqrt{\frac{1-P(x)}{NP(x)}} + \sqrt{\frac{n_x - n_x(t)}{n_x(t)(n_x - 1)}} \cdot \frac{1 - f_x(t)}{f_x(t)} \dots \dots \dots (22)$$

但し

$$\epsilon^2(A_t) = \sum_x \epsilon^2 \Delta A_t$$

$$\frac{\epsilon^2 A_t}{A_t} = \frac{\sum_x \epsilon^2 \Delta A_t}{A_t} \dots \dots \dots (23)$$

$f_x(t)$ を前と同じく 1950 年委託調査によるものをうい、1951 年の新潟の体長組成によつて計算を試みた。勿論この $f_x(t)$ は前の $P_t(x)$ のように安定したものではないからこのようにして得られた

A_t の値は正しくはなく、第1法により求められたものと比較して論ずることは出来ず、単に一つの計算例として誤差の目安を与えるものにすぎない。尙 $N=1000$ $t=2$ (2才) として年令は全数調査とした例である。

$t=2, N=1000$ としたときの例

x	P_x	$f_x(t)$	n_x	$\frac{\varepsilon P(x)}{P(x)}$	$n_x(t)$	$\frac{\varepsilon f_x(t)}{f_x(t)}$	$\frac{\varepsilon \Delta A_t}{\Delta A_t}$	$\varepsilon \Delta A_t$
17.5	0.002	0.80	2	0.705	2	0	0.705	1.4
18.0	0.010	0.80	10	0.314	8	0.120	0.434	3.5
18.5	0.086	0.93	86	0.105	84	0.002	0.107	9.0
19.0	0.087	0.92	87	0.100	81	0.002	0.102	8.2
19.5	0.140	0.87	140	0.078	121	0.046	0.124	15.0
20.0	0.198	0.81	198	0.050	160	0.051	0.101	16.0
20.5	0.169	0.59	169	0.054	102	0.130	0.184	18.6
21.0	0.111	0.30	111	0.090	33	0.242	0.332	11.0
21.5	0.109	0.06	109	0.090	8	0.412	0.502	4.2
22.0	0.074	0.01	74	0.112				
22.5	0.039		39	0.157				
23.0	0.016		16	0.248				
23.5	0.007		7	0.376				
24.0	0.002		2	0.706				
計					580			

$\Sigma \varepsilon^2 \Delta(t) = \varepsilon^2 A_t = 105.500$

$\varepsilon A_t = 32.3$

$\frac{\varepsilon A_t}{A_t} = \frac{32.3}{580} = 0.056$

	A_t	$\frac{\Delta A_t}{A_t}$		
		$N=100$	1500	2000
2 才	0.58	0.056	0.044	0.039
3 才	0.29	0.102	0.084	0.072

これは体長組成用資料が単純抽出されたものであり、又この資料を全部体長別に年令組成をしらべるものとしての計算である。実際に単純抽出でなく、日、船、容器、魚体という多段抽出を行ひ、又令査定用の資料も、体長組成用資料よりの副次抽出である。(この場合は第1法の場合と異り、各体長階級別の母集団年令組成

が正しく保たれるように完全な無作為抽出をしなくてはならない。) このときは第1法同様、はるかにこの誤差が大きくなり、やはり20~30%にもなることが予想される。ことに高年令のものにおいて $\frac{1-f(t)}{f_x(t)}$ の値が大きくなつて精度を落す。(n_x が5より小さなときは、 $\varepsilon \Delta A$ はこの値よりやや少くする必要がある。) 結局この方法によるときは、年令査定法の標本を得る労苦と必要な注意は増大する。結果の精度においては、必ずしも第1法に比して遙かにすぐれているとはいえない。

4. 直接推定法

以上の如く、体長と年令との関係から間接に推定することが困難であるとすれば、直接に年令査定

法の資料を無作為標本として採集して年令組成を直接に推定する必要がある。この場合の標本数，精度について考える。

体長組成を求めるための標本数設計の場合と同じく

$$\epsilon^2 = \frac{N-n}{n(N-1)} \frac{1-P}{P} \dots\dots\dots (24)$$

(但し N は母集団の大きさ， n は標本数， p は求める年令組成の百分率) $N \rightarrow \infty$

$N \rightarrow \infty$ とすれば

$$\epsilon_1^2 = \frac{1-P}{Pn}$$

$\epsilon \backslash p$	0.5 2 才	0.2 3 才	0.1 4 才	0.05
0.2	25	100	135	475
0.1	100	400	900	1900
0.05	400	1600	3600	7600

2 才に於て $P = \frac{1}{2} \sim \frac{1}{5}$

3 才 " $P = \frac{1}{2} \sim \frac{1}{10}$

4 才 " $P = \frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$

この場合，標準誤差を 2～5 % におくことにすれば

(4 才では 1～2 %)

$$P = \frac{1}{2} \quad \epsilon = 0.05 \sim 0.1 \quad n = 100 \sim 400$$

$$P = \frac{1}{5} \quad \epsilon = 0.1 \sim 0.2 \quad n = 100 \sim 400$$

$$P = \frac{1}{10} \quad \epsilon = 0.2 \sim 0.1 \quad n = 135 \sim 900$$

$$P = \frac{1}{20} \quad \epsilon = 0.2 \quad n = 475$$

すなわち 500 個の標本を無作為抽出すればよい。ただしこれは単純抽出法の場合で，多段抽出の場合は ϵ の値が数倍に増大することが予想されるので，体長調査と同じく，1 回の測定数を減じて測定回数大にする必要がある。

5. 結 論

以上のことより次の結論を得る。

(1) 年令組成の推定は，体長より間接に知るのには困難で直接査定に向う必要がある。

(2) この場合の標本数は，1 母集団について 500 以上を必要とし，体長組成用標本より副次抽出によるのでは不十分である。

(3) したがって調査計画は，年令査定用標本を直接に無作為抽出することが出来るように作らねばならぬ。

6. 附 記

以上は各年令組成を独立に推定することを目的とした，年令分布に，例えば指数型というような条件があり，全体を通じての生残率を計算しようというような時は各年令毎の精度はもつと落してもよいであらうが，イワシの場合は問題になるのは高年魚よりは 2～3 才の各年令組成より発生年級の変動等を知るのが目的であるから，主年令群の組成は独立にある精度をもつて推定する必要がある。

附記 この研究は、全国イワシ資源調査担当者会議の決定による全国調査の一環をなすものであり、岡地伊佐雄氏の熱心な助力と赤尾多喜子嬢の計算の労苦に感謝する。

文 献

- O. E. SETTE ('50): Structure of a Research Program to Determinate How Fishing Affects in Resources Sepecial Scien. Rep. No. 15, U. S. F. W.
- HODGSON. ('40): Improved Sampling Method. Lowestoft.
- 伊東外 2 名 ('51): 日本海北部における洄游性魚類資源調査, 日水研報 No. 1,
 " 昭和25年イワシ対策調査概報
- SETTE ('50): 前 述 "
- 山中一郎 ('51): 体長組成の取まとめ方について, 底資調研連 7,
- 水野善右エ門 ('51): 測定値整理法,
- 土井長之 ('48): 生残率を求める推計学的方法, 日水誌 Vol. 14,

体長制限の効果について* I

山 中 一 郎

The effect of size restriction on its yield.....I

Ichiro YAMANAKA

Synopsis

The effect of size restriction of fish on its yield was discussed mathamatically under the following assumptions

(i) The size composition of fish caught can be shown by the exponential curve,

$$\phi(b) = Ae^{-kl}$$

here, $k = n + f$

n and f are due to natural and fishing mortalities respectably.

(ii) The annual growth is liner, namely

$$l_i = l_0 + ig$$

(iii) the size ristriction is deterministic. (i) and (ii) were treated by BARANOV. Under snch conditions, when, by the size restriction, the minimum allowable size was enlarged as to permit the r years' growth, the yield in the i -th years after restriction is shown by the formulae

$$W_{(i)} = \exp.(fl_{i+r})[\Omega(k+f, l_r) - \Omega(k+f, l_{r+i})] + \Omega(k, l_{r+i}) \quad i \leq r$$

$$W_{(i)} = \exp.(rgf)[\Omega(k, l_r) - \Omega(k, l_i)] + \exp.(fl_{i+r})[\Omega(k+f, l_r - \Omega(k+f, l_{i+r})) + \Omega(k, l_{i+r})] \quad i < r$$

here, $l_r = l_0 + rg$

l_0minimum size before ristriction

$$\Omega(kl) = A \int_l^{\infty} l e^{-kl} dl$$

a numerical example was shown.

1. は し が き

以東底曳資源の研究にあたり、網目についての研究が全国的研究課題として取り上げられている¹⁾。そして、実際に使用されている網目が漁獲物の体長組成に及ぼす影響については、既に東北、北海道両海区水産研究所で行われているが²⁾、ここでは漁獲物の体長を制限することが、魚群体及び漁獲物の尾数や重量にどのような変化を及ぼすかについて、若干の考察を行つた。なお、この研究は以東底曳資源調査担当者会議の決定による全国的研究の一環をなすものであり、実例として使用した資料は

* 昭和28年11月三重県津市で開催の日本水産学会で発表

1951～3年，日本海の関係各府県の委託調査及び香住港で実施した調査によるものである。日水研資源部長加藤源治氏には，この研究実施についての高配と本報の校閲を，また，日水研岡地伊佐雄氏には実施上の協力を，同長尾静代嬢及び新潟大学数学科学生伊藤順三君には図表作成，数値計算等の労を煩わしたことを夫々感謝する。

2. 基 本 仮 定

a) 体長制限の魚群体に及ぼす効果は，i) 生長を有効に利用すること。ii) 未成熟な魚の漁獲を規制して次代の添加量を確保すること。の2つが考えられる。しかし，添加量の変化が漁獲物の組成に現われるのは比較的緩慢である⁽³⁾と考えられるので，ここでは(i)のみについて考える。

b) 漁獲物の体重組成は BARANOV⁽⁴⁾の取扱つた場合，すなわち，年生長量は一定であり，また各年齢の体長の分散は近似的に等しく，体長組成は近似的に指数型として現わされる場合について考える。これは日本海西南部のカレイ類については，現在扱っている2～5才の範囲で近似的に適用される⁽⁵⁾。

c) 体長制限効果は切断的である。すなわち，制限最小体長未満のものは全く捕えられず，また，これ以上のものは全部同一漁獲率で捕えられる。

d) 魚群の密度は成長に影響しない。

これ等の仮定に対する吟味は後述する。

3. 体長制限の漁獲物曲線に與える影響

a) 当初の漁獲物曲線

上述の仮定に合致する漁獲物の体長組成は

$$\phi(l) = Ae^{-kl} \dots \dots \dots (1)$$

となる。ここで l は体長， k は体長減長係数を示す。ただし，この場合，この曲線は漁獲最低体長

l_0 より右の部分に対してのみ実 (real) の意味を有し，これより左の部分は虚 (imaginary) の意味を有している。(第1図)

ここで，更に k を自然死亡によるもの m と漁獲死亡によるもの f とにわけると，

$$k = m + f \dots \dots \dots (2)$$

年生長量を g (これは前の仮定により一定) とすれば，生残率 ρ ，年自然死亡率 ν ，年漁獲死亡率 ϕ との間には，

$$e^{-kg} = \rho, \quad 1 - e^{-mg} = \nu, \quad 1 - e^{-fg} = \phi \dots \dots \dots (3)$$

の関係がある。

b) 体長制限直後の漁獲物曲線

いま，最少体長のものを更に r 年だけ生長させてから漁獲するため，最少体長を $l_r = l_0 + rg$ に拡大する。このときの漁獲物曲線の型は前と同様であるが，第1図のPQの部

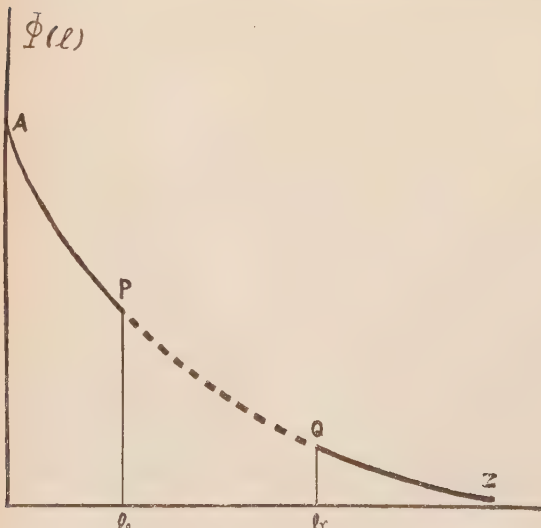


Fig. 1. Original catch curve

分が実際の漁獲から除かれ imaginary となり, real な部分は Q より右の部分のみとなる。

c) 制限 1 年後の漁獲物曲線 (第 2 図)

漁獲物曲線は PQ, QR, RS, SZ の 4 部分に分かれる。このうち, 始めの 2 つは imaginary である。

PQ : 前年 l_0 であつた魚の体長は

$l_1 = l_0 + g$ になる。この間の減少は自然死亡のみにより, この間の漁獲物曲線は,

$$\phi_1(l) = Be^{-ml} \dots \dots \dots (4)-1$$

ここで

$$B = Ae^{-fl_0} \dots \dots \dots (4)-2$$

となる*。

QR : この間の減衰率は $\phi_0(l)$ と同じで

あるので⁽⁺⁾この曲線は

$$\left. \begin{aligned} \phi_1(l) &= C_1 e^{-kl} \\ C_1 &= A e^{fg} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

RS : これは新旧漁獲物曲線の過渡期の曲線であり, この形は⁽⁺⁾

$$\left. \begin{aligned} \phi_1(l) &= D_1 e^{-(f+k)l} \\ D_1 &= A e^{fl_{i+r}} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (6)$$

* 第 II 図で点 P は $\phi_1(l)$ と $\phi_0(l)$ の交点であるから

$$\begin{aligned} \phi_1(l_0) &= \phi_0(l_0) \\ \therefore B &= A \exp(-kl_0) \exp.(ml_0) \\ &= A \exp.(-fl_0) \quad (k=m+f \text{ なる故}) \end{aligned}$$

+ l_0 と l_r の間にある任意の l_i なる魚体を考えると, これは 1 年後には l_{i+1} になる。この間の減少は自然減少によるのみである。これは曲線 TT' に相当するから, 第 2 図により

$$Bt \exp(-ml) \text{ となる。} (l_i \leq l \leq l_{i+1})$$

$$Bt \text{ は前と同様 } Bt = A \exp.(-fl_i)$$

T' は TT' と QR の交点であるから QR の式を $\phi_1(l)$ とすれば

$$\begin{aligned} \phi_1(l_{i+1}) &= Bt \exp.(-ml_{i+1}) = A \exp.(-fl_i) \times \exp.(-ml_{i+1}) = A \exp.(fg) \exp.(-kl_{i+1}) \\ (\because l_i &= l_{i+1} - g) \end{aligned}$$

この式で t は $0 \leq t \leq r-1$ のあらゆる点で成立するから

$$\phi_1(l) = A \exp.(fg=kl) \dots \dots \dots QR \text{ の式}$$

廿 RS 間の補間 (第 4 図)

先づ $i > r$ としある時期に全部の漁獲があるものとする, 第 V 図の如くこの間の漁獲物曲線は $RS, R_1 S, R_2 S, \dots, R_r S$ という折線になる。

次にこの漁期を年 2 回, 3 回……とまして行くと $R R_1 R_2 \dots R_{nr}, S S_1 S_2 \dots S_{nr}$ は共に RS に収斂する。ここで S_a の高さは, a 年後の曲線 $\phi_a(l)$ の QR の部分を $i-a$ 年左方に延長したときの R の値であるから,

$$Ca \exp.(-kl_{i-a}) = A \exp.(afg) \exp.(-kl_i) \exp.(-kag) = A \exp.(-kl_i) \exp[ag(f+k)]$$

すなわち, S_a の高さは等比数列をする。又 R_a も同様である。

故に曲線 RS は $\phi_i(l) = E_i \exp(al)$ (ここで E, a は常数) なる指数曲線である。

この E, a の値は, この曲線が R, S の 2 点を通ることから求めることが出来る。

すなわち

$$\phi_i(l_i) = E_i \exp.(lia)$$

$$\phi_i(l_{i+r}) = E_i \exp.(al_{i+r})$$

$$= E_i \exp.(al_i) \exp.(arg)$$

一方 R は $\phi_i(l)$ の QR 上の点であるから

$$C_r \exp.(-kl_i) = A \exp.(rfg) \exp.(-kl_i)$$

S も同様で

$$A \exp.(-kl_{i+r}) = A \exp.(-kl_i) \exp.(-krg)$$

これ等をといて

$$a = -(f+k) \quad E_i = C_r \exp.(fl_i) = A \exp.(fl_{i+r})$$

を得る。

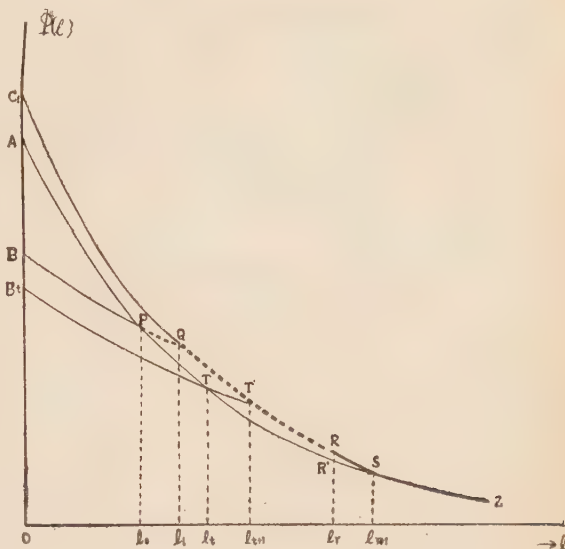


Fig. 2. Catch curve i years after restriction $i \geq r$

S 以後、これは制限前と同じで

$$\phi_i(l) = Ae^{-kl}, \dots \dots \dots (7)$$

これ等を整理すると

$$PQ: \phi_i(l) = Be^{-nl} \quad B = Ae^{-fl_0}$$

$$QR \quad = Ce^{-nl} \quad C = Ae^{fg}$$

$$RS: \quad = D_1 e^{-(f+k)l} \quad D_1 = Ae^{fl_i+r}$$

$$S \text{ 以下} \quad = Ae^{-kl}$$

(d) i 年後 ($i \leq r$) の漁獲物曲線

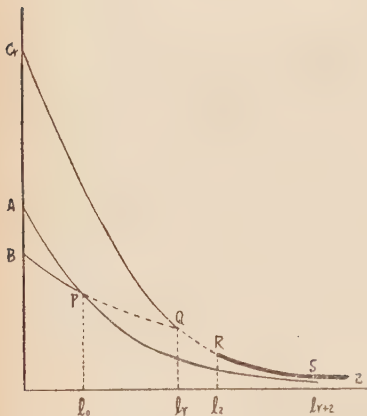


Fig. 3. catch curve i years after restriction ($i > r$)

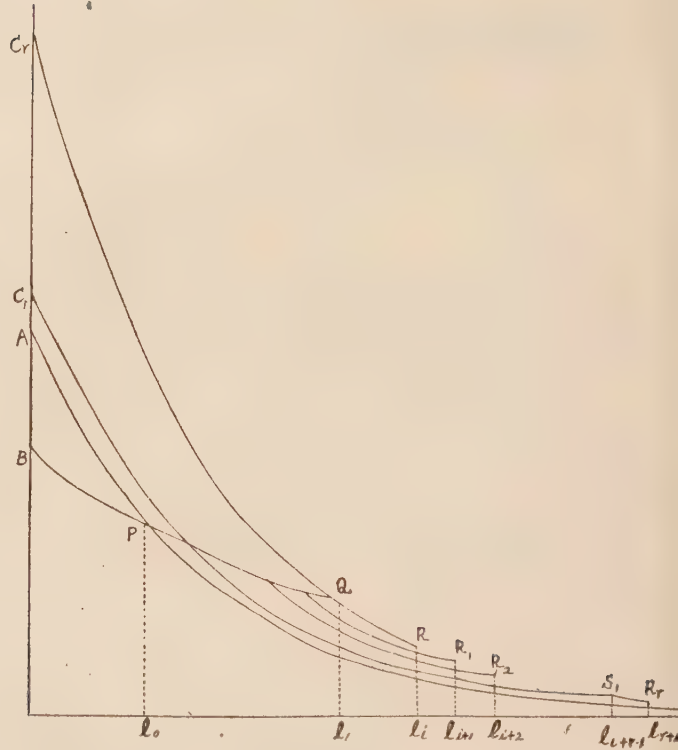


Fig. 4. detail of curve RS

(c) と同様にして 2 年後、3 年後…… i 年後の漁獲物曲線を求めると

$$\left. \begin{aligned} PQ: \phi_i(l) &= Be^{-nl} & B &= Ae^{-fl_0} \\ QR &= Ce^{-nl} & C_i &= Ae^{ifg} \\ RS &= D_1 e^{-(k+f)l} & D_i &= Ae^{fl_i+r} \\ S \text{ 以下} &= Ae^{-kl} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (8)$$

(e) 第 i 年 ($i > r$) の漁獲物曲線

$i=r$ のときは第 2 図の Q と R とは一致し、第 3 図のようになる。ここで、

$$\left. \begin{aligned} PQ: \phi_i(l) &= Be^{-nl} & B &= Ae^{-fl_0} \\ QR: \phi_i(l) &= C_r e^{-nl} & C_r &= Ae^{rfg} \\ RS: \phi_i(l) &= E_i e^{-(f+l)r} & E_i &= Ae^{fl_i+r} \\ S \text{ 以後} & \phi_i(l) = Ae^{-kl} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (9)$$

i が大になると S 以後の部分は O に近く、この場合、QR, RS, S 以降は共に real である。

以上のべたように 漁獲物曲線は real な部分も、imaginary の部分も、すべて、A, m , f , k , r 等の特性値をもつて形の定まる指数函数として示すことができる。

4. 漁 獲 尾 数 の 変 化

$$\Psi(x, y) = A \int_y^{\infty} e^{xl} dy \dots \dots \dots (10)$$

という函数記号を導入する。ここで A, l は前節と同じ意味である。

制限前の漁獲尾数は

$$\int_{l_0}^{\infty} A e^{-kl} dl = \Psi(k, l_0) \dots \dots \dots (11)$$

制限直後の漁獲尾数は

$$\int_{l_r}^{\infty} A e^{-kl} dl = \Psi(k, l_r) \dots \dots \dots (12)$$

又 $\int_{l_1}^{l_2} A e^{-kl} dl = \Psi(k, l_2) - \Psi(k, l_1) \dots \dots \dots (13)$

この場合、制限後 i 年 ($i \leq r$) の漁獲物曲線の real な部分について
曲線 RS の部分

$$\int_{l_r}^{l_{i+r}} D_i e^{-(k+f)l} dl = A e^{rfg+fl_r} \int_r^{r+1} e^{-(k+f)l} dl = e^{f(l_r+i)} \{ \Psi(k+f, r) - \Psi(k+f, r+i) \} \dots \dots \dots (14)$$

S 以後 $\int_{l_{r+i}}^{\infty} A e^{-kl} dl = \Psi(K, r+i) \dots \dots \dots (15)$

したがつて、漁獲尾数 F_i は

$$F_i = e^{fl_{i+r}} \{ \Psi(k+f, r) - \Psi(k+f, r+i) \} + \Psi(k, r+i) \dots \dots \dots (16)$$

同様に、 $i > r$ 年については

$$QR: \int_{l_r}^{l_i} C_r e^{-kl} dl = e^{rfg} [\Psi(k, l_r) - \Psi(k, l_i)] \dots \dots \dots (17)$$

$$RS \int_{l_i}^{l_{i+r}} E_i e^{-(k+f)l} dl = e^{rfg+fl_i} \int_{l_i}^{l_{i+r}} e^{-(k+f)l} dl = e^{fl_{i+r}} \{ \Psi(k+f, l_i) - \Psi(k+f, l_{i+r}) \} \dots \dots \dots (18)$$

S 以降 $\int_{l_{i+r}}^{\infty} A e^{-(kl)} dl = \Psi(k, l_{i+r}) \dots \dots \dots (19)$

故に

$$F_{(i)} = e^{rfg} [\Psi(k, l_r) - \Psi(k, l_i) + e^{fl_{i+r}} \{ \Psi(k+f, l_i) - \Psi(k+f, l_{i+r}) \} + \Psi(k, l_{i+r})] \dots \dots \dots (20)$$

したがつて、あらかじめ、 $\Psi(k, l)$ を実際に使用される範囲について計算しておけば、容易に F_i の体長を求めることができる。

体長制限をした後に期待される安定漁獲尾数は $r \rightarrow \infty$ において

$$F_{\infty} = e^{rfg} \Psi(k, l_r) \dots \dots \dots (21)$$

である。すなわち、制限直後の e^{rfg} 倍である。

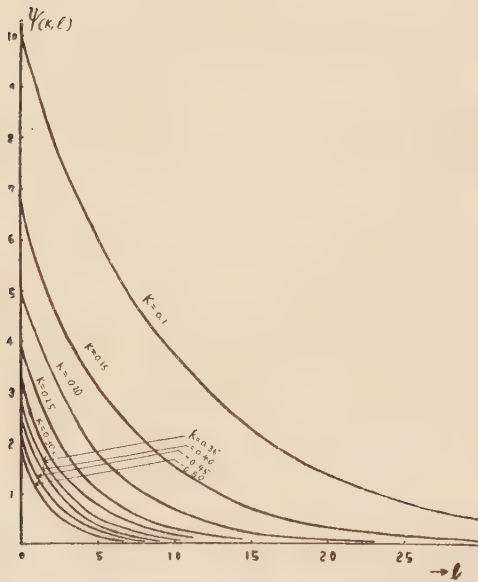


Fig. 5. fish number function ψ

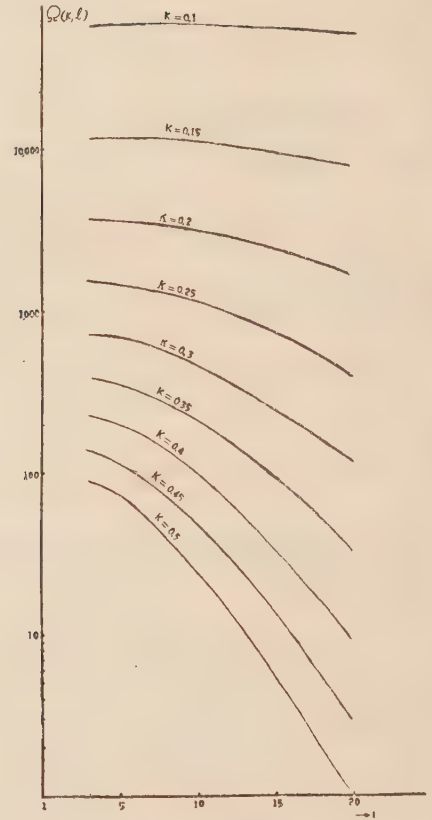


Fig. 6. yield function Ω

5. 漁 獲 重 量 の 変 化

魚体の肥満度が体長により大差ないとき、重量は体長の3乗にほぼ比例するから、前節の A に比例定数を含めると、

$$W = \int_l^\infty l^3 \phi(l) = A \int_l^\infty l^3 e^{-kl} dl \dots\dots\dots (22)$$

が漁獲重量を示す函数となる。

前と同じく

$$\Omega(x, y) = A \int_y^\infty y^3 e^{-xy} dy = \frac{A}{x} e^{-xy} \left\{ y^3 + \frac{3}{x} y^2 + \frac{6}{x^2} y + \frac{6}{x^3} \right\} \dots\dots\dots (23)$$

という函数を導入すれば、前節で漁獲尾数 F を求めるときの (20) ~ (22) の式の Ψ の代りに Ω をそのまま代入することによつて漁獲量を求めることができる。すなわち、

制限年の重量

$$W = \Omega(k, l_0) \dots\dots\dots (24)$$

制限直後

$$W_0 = \Omega(k, l_r) \dots\dots\dots (25)$$

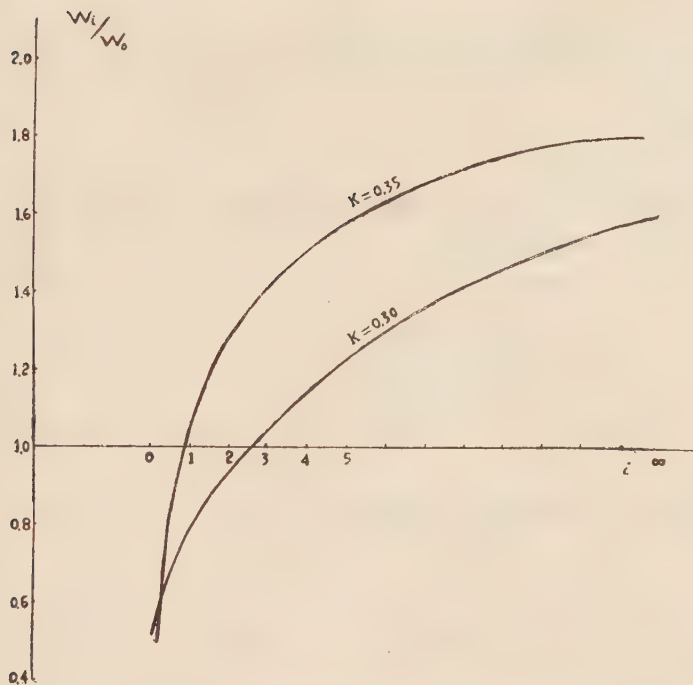


Fig. 7. Effect of restriction on yield

i 年後 ($i \leq r$)

$$W_i = e^{l_{i+r}} [\Omega(k+f, l_r) - \Omega(k+f, l_{r+i})] + \Omega(k, l_{r+i}) \quad (26)$$

$i > r$

$$W_i = rfg [\Omega(k, l_r) - \Omega(k, l_i)] + e^{l_{i+r}} [\Omega(k+f, l_r) - \Omega(k+f, l_{r+i})] + \Omega(k, l_{i+r}) \quad (27)$$

これも Ω の値を (23) によつてあらかじめ計算しておくことによつて容易に求めることが出来る。

なお、安定漁獲重量も前と同じく

$$W_{\infty} = e^{r f \Omega(k, l_r)} \quad (28)$$

となる。

6. 実 例

1951~3年、浜田、米子、香住等の諸港でおこなつたソーハチガレイの体長調査によれば⁽⁵⁾、 $k=0.35 \sim 0.45$ 、であり、自然死亡率 ν を $0.1 \sim 0.15$ とおけば、 m の値は (3) により $0.03 \sim 0.04$ となる。また、 $g=3.8$ cm であるが、計算の都合上これを 4.0 とおいて夫々 Ψ , Ω , W 等の値を計算表示した (第5~7図)。

7. 吟 味

(a) 第1に問題になるのは $\Omega(k, l)$ の値で、これは l の増加と共に単調には減少するが、この収斂速度は k の絶対値の小さいときはきわめて緩である。 W_i に影響を与えるのは l^3 に比例する量であり、この値は l が相当大きい場合にかなりの量になると予想される。このことを生物学的に言えば、

僅かの非常に体長の大きい魚が存在して、これが漁獲重量に大きな影響をあたえていることを示す。このように l の大きな所まで指数函数的な体長組成曲線を仮定するのは無理であるが、これは、このようにして求めた $Q(k, l)$ から、さらに $Q(k, l_m)$ (l_m は実存しうる最大体長) を減ずることにより修正できる。実際には、 k の値が実例として用いられたような範囲にあれば、この修正項は無視しても誤差はいちぢるしくは大でない。

(b) 体長制限が切断的であるとしたが、実際には最少体長に近い部分については撰択作用があるので、これより小さな部分にも漁獲が及ぶであらう。(a) は漁獲重量の予想を過大視し、これは過小視するが、これはやはり l^3 に比例する量であり、体長の小さな部分ではこの影響は少く、かつ (a) と (b) とである程度打消し合うと思われる。

(c) 体長分布についての仮定は最初へのべたとおりである。

(d) 魚群体の密度変化による生長度の変化については考えていないが、これは最初より考えに入れることは取扱を著しく困難にするので、今後にまつこととし、第 1 近似解として取入れて論ずることはさけた。

(e) このような問題は、過率過程論的に取扱うべきであるが、これも今後の修正にまつこととした。

8. 摘 要

もつとも簡単な指数型体長分布を示す魚群体の最少体長を制限した場合、その体長分布曲線の変化はもとの体長分布曲線から導くことのできることを示し、制限直後から安定漁獲にいたるまでの年々の漁獲尾数とその重量の推移を求める式を作り、実例を示した。

文 献

- (1) 水産庁 ('52): 研究月報 No. 1,
- (2) 北水研 ('52): 北海道区資源調査要報
東北水研 ('52): 機船底曳漁業の禁止区域と網目について
- (3) RICKER, W. E. ('48): Method of Estimating Vital Statistics of Fish Population.
- (4) BARANOV, F. I. ('51): 漁業生物学の基礎問題 (笠原, 深滝訳) (水産庁調査研究部)
- (5) 山中一郎, 岡地伊佐雄 ('53): (日水研) 日本海区以東底魚資源調査概報 No. 1,

Planktological Study on the Warm Tsushima Current Regions—I

Plankton Properties and Their Relation to Oceanographic Conditions of Noto Peninsula-Sado Island Region in the Autumn of 1950.

Toshimasa SHIMOMURA

I Introduction

There is considerable reason for believing that the oceanographic conditions in the waters named in the title have much bearing upon the condition of fishing of our coastal fishery on the Sea of Japan, because those waters lie across the migration rout of mackerel, sardine, saury, squids and other migratory fishes upon which the fishery is largely dependent. But little has been known of oceanography, especially of plankto-

logical properties, of these waters. In the present study, the plankton in those waters was investigated in relation to physical and chemical conditions of the sea, in the hope that studies of this kind, when continued systematically, will lead us to a better understanding of the relationship between the oceanographic conditions and the availability of fish, and to a more effective fishing operations.

The material for this study was collected during the oceanographic observation of those waters conducted over the period September 9–20, 1950 on board the “Hakusan Maru”, research vessel of the Ishikawa Prefecture Fisheries Institute. Positions of the stations are shown in Figure 1. At every station, plankton was collected by a vertical haul through the uppermost 25-meter layer, and physico-chemical observation was made as indicated below:

Items — water-temperature, chlorinity, oxygen content, silicate content, hydrogen ion concentration,

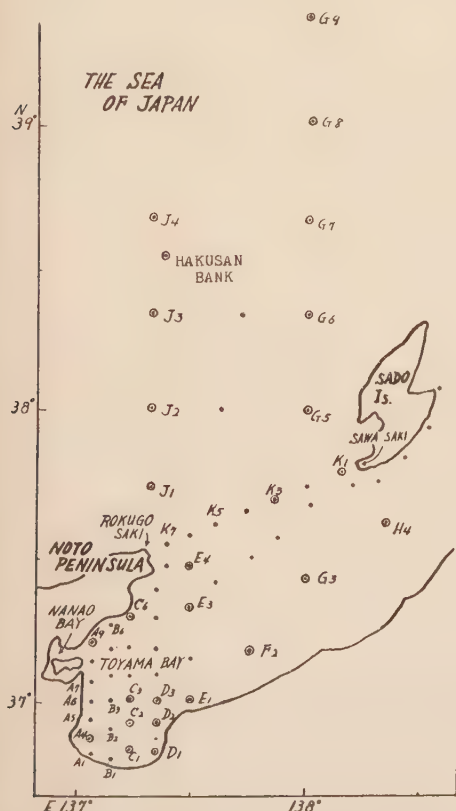


Fig. 1 The positions of observation stations. (Mark ● indicates the positions that the specific composition of plankton was identified and recorded in the Appended Table.)

transparency and color of sea water, and meteorological observations.

Observation layers (in meter) — 0, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 600, 800, 1,000.

Method of collecting plankton: Plankton was collected by the vertical haul with the Kitahara's net. The net was lowered to the point where the submerged length of the wire reached 25 m, and then hauled up to the surface. The inclination of the wire varied at different stations, as indicated in the Appended Table added at the end of this thesis. The filtering cone of the net was made of XX No. 13 silk bolting cloth (corresponding to Müller gauze No. 13) and provided with a small bucket (glass tube) having a cock at the bottom. Its mouth measured 20 cm. in diameter.

Measuring the settling volume: Since the main purpose of this investigation was to know the general feature of plankton distribution, no attempt was made to take the count of plankton organisms. So that, the settling volume of the catch was measured and used as an index of the abundance of plankton. The whole catch at each station (i.e. zooplankton and phytoplankton not segregated) was washed in the 50 cc. measuring cylinder graduated every 0.1 cc., and the volume was read after being left undisturbed for 24 hours. But the identification of specific composition of plankton was carried only at 27 stations as shown in Figure 1 (mark ⊙) and in the Appended Table.

Before proceeding further, I wish to express my sincere gratitude to Mr. R. Sugano, Director of the Ishikawa Prefecture Fisheries Institute, who kindly arranged so that this investigation could be made on the maiden voyage of the "Hakusan Maru". My hearty thanks are also due to Mr. K. Miyata, Mr. S. Kasahara and the crew of the "Hakusan Maru" for their assistance during the cruise.

II Plankton

Quantitative analysis of plankton: The settling volume of plankton (Fig. 2) varies between 11.0 cc. (St. D₁) and 0.1 cc. (St. K₂). Generally it is large in neritic regions such as Toyama Bay, the waters around Sado Island, and north of 39°N. In these areas settling volume always exceeds 1 cc.. In the waters between Noto Peninsula and Sado Island it is small, usually less than 0.5 cc.. In the north of 39°N the settling volume increases gradually with latitude, and reaches the maximum of 8.0 cc. at St. G9.

Geographical distribution of the settling volume coincides well with that of transparency of sea water (Figs. 2 and 3).

In either zooplankton or phytoplankton, no single species is overwhelmingly dominant. In most localities, the settling volume of phytoplankton is considerably small. Relatively dominant species are listed below for each region.

- I) Toyama Bay — *Oncaea venusta*, *Corycaeus japonicus*, *Corycaeus laevis*, *Chaetoceros coarctatus*.
- II) South of Sado Island — *Oncaea venusta*, *Creseis acicula*, *Ceratium carriense* f. *ceylanicum*.
- III) Off Noto Peninsula — *Creseis acicula*, *Diphyes appendiculata*, *Rhizosolenia styli-*

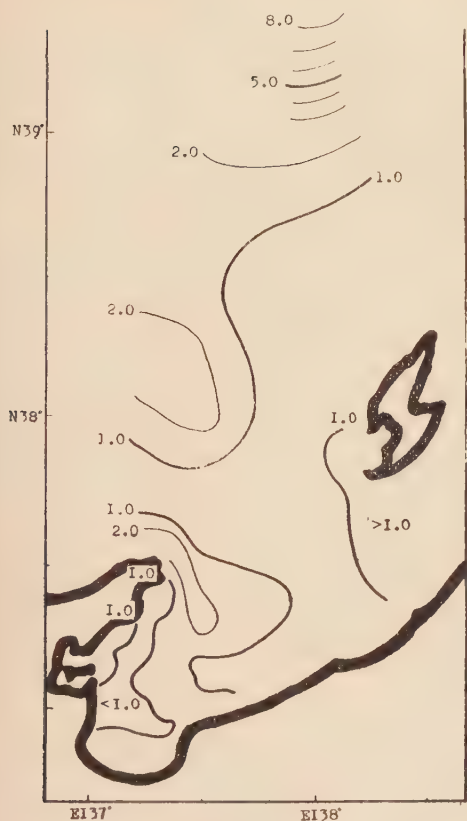


Fig. 2 Geographical distribution of settling volume (cc.) of total plankton organisms.

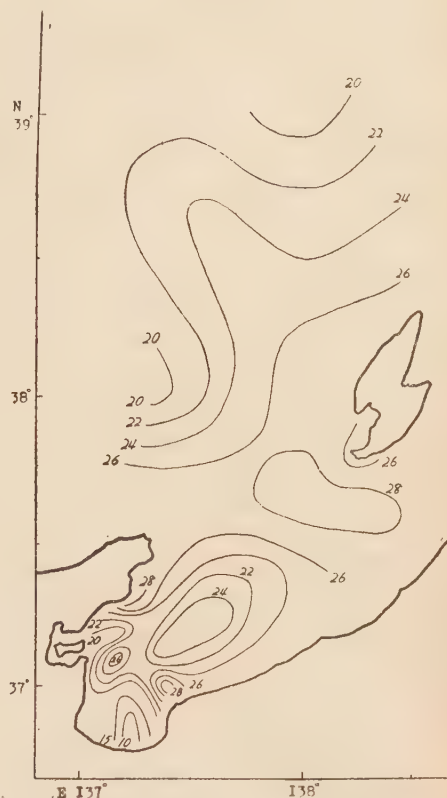


Fig. 3 Geographical distribution of transparency of sea water (m.).

formis var. latissima.

- IV) North of 39°N — There occurs no dominant species. Phytoplankton usually exceeds zooplankton in settling volume, in contrast with other regions.
- V) Between Noto Peninsula and Sado Island — *Creseis acicula*, *Sticholonche zanclea*, *Oncaea venusta*, *Setella gracilis*, Genus *Ceratium*.

Relation between settling volume and sea conditions: As stated before, the settling volume of plankton is great in neritic regions and in the outside of Tsushima Current. Toyama Bay and the waters fringing Sado Island belong to the former category, and the low temperature region off Toyama Bay belongs to the latter. In the open sea, large settling volume is associated with relatively low water temperatures below 24°C. Even in such low temperature regions plankton is composed exclusively of warmth-loving forms.

In Figure 4 the main and branch flows of Tsushima Current are indicated respectively by thick and fine arrows. The region of low plankton abundance (volumetrically) between Noto Peninsula and Sado Island corresponds to the path of Tsushima Current. It may well be said that the path of Tsushima Current is represented by the region in which settling volume is less than 1 cc. and usually 0.5 cc. so. Although the settling volume differs so conspicuously between the regions of high and low abundances, the species constituting the plankton hardly differ in the two regions.

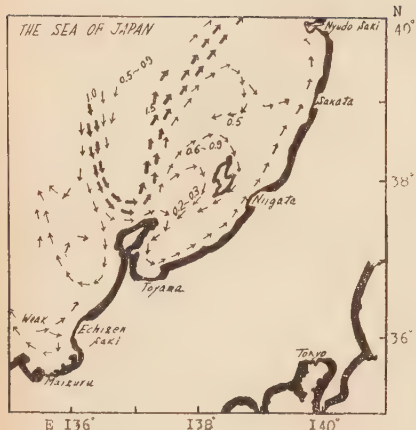


Fig. 4 The path and its velocity (knot) of Tsushima Current during the observation period. (by Yoshida)

Toyama Bay receives fresh water from Nanao Bay and from various rivers such as Jintsu River, Sho River, Kurobe River etc.. Accordingly, the chlorinity is very low in the upper layer of the innermost part of the bay. For example, the diluting effect of Sho River is traceable northwards along the observation line A, and that of the Nanao Bay water is recognized at St. A9 (Fig. 5), because the chlorinity in the 0-5 m layer is below 18.00‰ in the south of St. A5. But even in those regions where the diluting effect is strong, no purely freshwater forms occur in the plankton.

In the offing, the region of high plankton abundance starts from the position where the thickness of the warm and less saline surface layer sharply decreased — for example, St. J2 (Fig. 6). It is indicated in Figure 6 that the 20°C isotherm lies at the depth of about 75 m in Toyama Bay, but

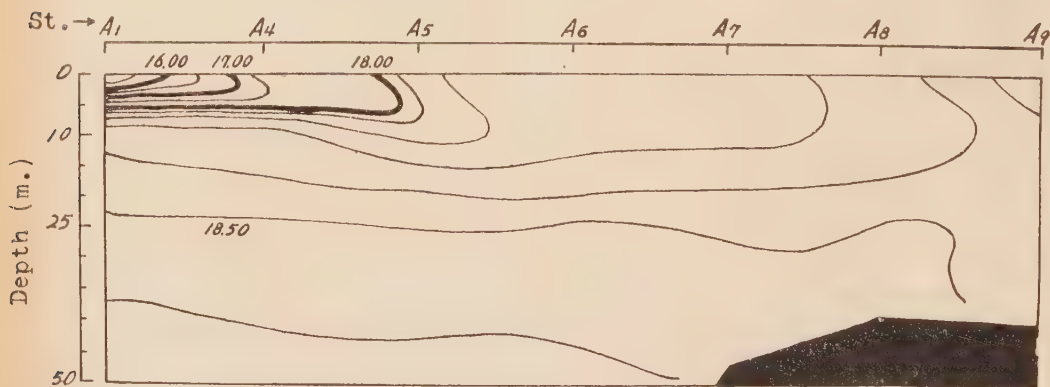


Fig. 5 Vertical distribution of chlorinity along the observation line A in Toyama Bay.

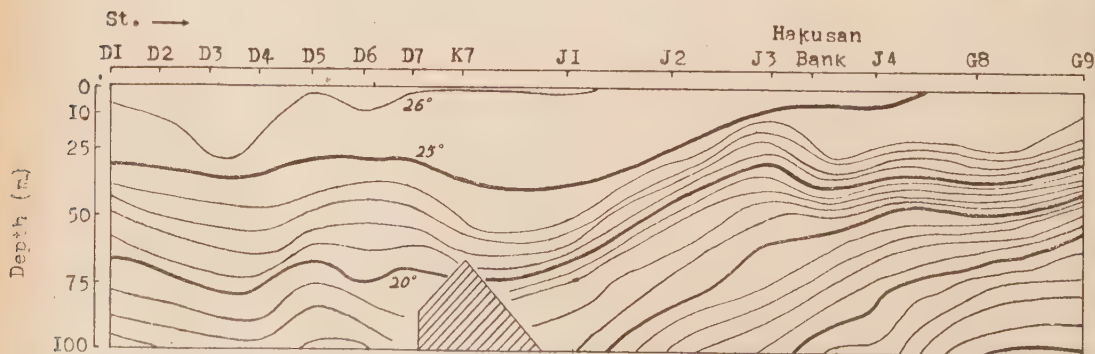


Fig. 6 Vertical distribution of temperature of sea water from the innermost part of Toyama Bay to the offing.

at 25m in the north of St. J3, where the first discontinuity of water temperature lies between 25 m and 50 m layer. The profile of chlorinity shows the similar tendency. Oxygen content increases gradually with latitudes; for example, it is 5.5 cc/L at St. G3, but at St. G9 it exceeds 7.0 cc/L from surface down to 100-meter layer. Silicate content is considerably uniform, usually about 0.5 mg/L.

After all, we come to conclusion that in the offing high plankton abundance is associated with sharp decrease in the thickness of Tsushima Current. In other words, plankton is abundant in such regions where the surface water of the cold current from north is laterally mixing with the surface water of the warm Tsushima Current from south (Shimomura, T. and K. Miyata, 1953). At Sts. G8 and G9 there is tendency that plankton abundance increases, as the thickness of warm surface layer is reduced and the strength of the current velocity increases. Hence, the high abundance of plankton at these stations is probably due, to considerable extent, to the accumulation action of the warm surface current.

Number of species: A total of 104 species are identified, comprising 48 animal and 56 plant species. A complete list of the species appears in the Appended Table. Table 1 gives the number of these species for different classificatory groups. *Copepoda* and

Table 1 Number of species

Zooplankton	48	Phytoplankton.....	56
<i>Protozoa</i>	4	<i>Cyanophyceae</i>	2
<i>Coelenterata</i>	2	<i>Dinoflagellata</i>	23
<i>Copepoda</i>	21	<i>Diatomaceae</i>	30
<i>Phyllopoda</i>	2	<i>Chaetoceros</i>	11
<i>Mollusca</i>	3	<i>Rhizosolenia</i>	9
<i>Amphipoda</i>	1	Other <i>Diatoms</i>	10
<i>Larval Form</i>	10	<i>Chlorophyceae</i>	1
<i>Miscs.</i>	5		

larval forms account for the majority of animal species. The majority of plant species belong to *Diatomaceae* or *Dinoflagellata*, and only few, to *Cyanophyceae* or *Chlorophyceae*. The majority of the *Copepoda* species belong to Suborder *Podoplea*. More *Dinoflagellata* species belong to Gen. *Ceratium* than to any other genus.

Mention should be made to the fact that at any station more *Dinoflagellata* species occur in phytoplankton than the species of Gen. *Chaetoceros* or Gen. *Rhizosolenia*. This feature is to be regarded as a remarkable characteristics of the plankton population with which this study is concerned, because in the phytoplankton population so far reported from the adjacent waters of Japan there were always found lesser *Dinoflagellata* species than *Chaetoceros* species.

Number of the total species (i. e. the species constituting phytoplankton and zooplankton) varies from station to station between 12 (St. C6) and 35 (St. G3). As is indicated in Figure 7 which is deprived from the Appended Table, the geographical variation in number of the total species generally coincides well with the variation in the percentage of animal species to total species; in other words, number of the total

Number of total
species

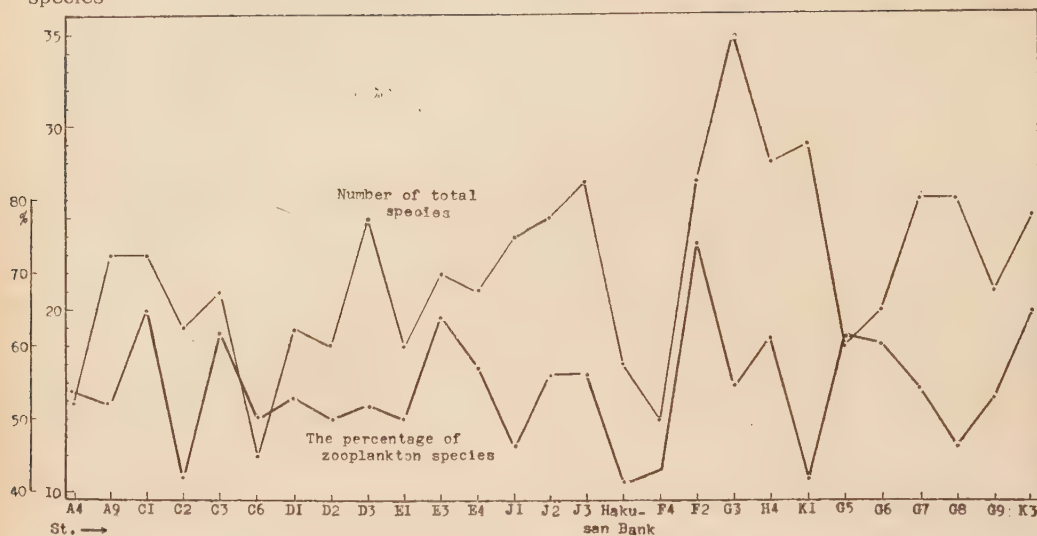


Fig. 7 Number of total species and the percentage of number of zooplankton species to number of total species.

species varies in proportion to that of zooplankton species. In Toyama Bay, and along the northernmost observation line G5-G9 (respectively shown in the left and right end of Fig. 7), this relationship does not hold, and the variation in number of total species is associated with the change in number of phytoplankton species more closely than with the change in number of zooplankton species.

At any station, zooplakton is constituted of 6 to 20 species, of which one third to one half belongs to *Copepoda*. More than 16 species constitute the zooplankton of the neritic region. But the number decreases towards the offshore: between 10 and 15 in the flow of Tsushima Current and below 10 on Hakusan Bank and in its vicinity (St. J4).

Number of the phytoplankton species to be found at one station varies from 6 (St. C6) to 17 (St. K1), according to the position of the station. With a few exceptions, these species all belong to *Diatomaceae* or *Dinoflagellata*.

Relations between number of the total species and sea conditions: Figure 8 shows the distribution of number of the total species and the path of the warm Tsushima Current during the observation. As is clearly indicated in Figure 8, the path of Tsushima Current — the main flow as well as the branches — coincides with the region where the plankton is composed of 20 to 25 species of organisms. In other regions the number of species either exceeds 25 or is smaller than 20. Figure 8 shows that there are three such regions where plankton is composed of more than 25 species of organisms and that two of them are situated near the turns of the course of Tsushima Current and partially surrounded by the flow of the current. No striking difference exists in the species that are constituting the plankton of the two regions, all the species being

warmth-loving. One of the regions where plankton is constituted of less than 20 species of organisms lies in the vicinity of Hakusan Bank, in the north of the main flow of Tsushima Current. In this region, too, plankton is constituted only of warmth-loving species, and purely cold-loving forms are not found.

Another remarkable feature of Figure 8 is the region south-west of Sado Island, where plankton shows much diversified specific composition. This region lies outside the neritic region, but is not situated in the turning area of Tsushima Current, like other two regions of diversified plankton composition. Why the composition of plankton is far more diversified in this region than in other neighboring regions?

Explanation may be found in the distribution of Current. In the west of Sado Island, two branches leave the main flow of Tsushima Current. One branch proceeds clockwise along the east and south coast of Sado Island; the other proceeds counterclockwise along the coast of Toyama Bay. Thence, the two flows again meet in the region in question.

If the variegated specific composition of the plankton of this region result from the contact of the two currents, it should contain the species found in one current as well as the forms found in the other. In Table 2 is given the complete list of species constituting the plankton in the waters in question (St. G3), and whether a species occur

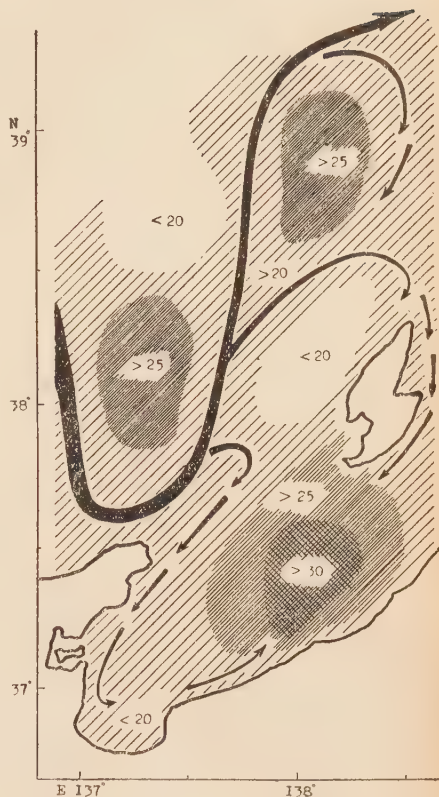


Fig. 8 Relation between the distribution of number of total species and the path of the warm Tsushima Current during the period Sept. 9-20, 1950.

Table 2 Comparison of the specific composition of the plankton south-west of Sado Island (St. G3), north of Sado Island (St. G6), and in Toyama Bay (St. E1).

Species captured in the waters south-west of Sado Island (G ₃).		North of Sado Island (G ₆)	Toyama Bay (E ₁)
Phytoplankton	<i>Trichodesmium contortum</i>	+	-
	" <i>Thiebauti</i>	-	-
	<i>Ceratocorgs horrida</i>	+	+
	<i>Ceratium inflexum</i>	+	-
	" <i>carriense f. ceylanicum</i>	-	+
	" <i>Humile</i>	-	-

	Species captured in the waters south-west of Sado Island (G ₃).	North of Sado Island (G ₆)	Toyama Bay (E ₁)
Phytoplankton	<i>Ceratium macroceros gallicum</i>	—	—
	" <i>pulchellum</i>	+	—
	" <i>tripos</i>	—	—
	" <i>sumatranum</i>	—	—
	<i>Rhizosolenia alata</i>	—	—
	<i>Chaetoceros coarctatus</i>	—	+
	<i>Dactylosolen tenuis</i>	+	—
	<i>Thal'x Frauenfeldii</i>	—	—
	<i>Biddulphia sinensis</i>	—	—
	<i>Peridinium falutipes</i>	—	+
Zooplankton	<i>Globigerina bulloides</i>	+	—
	<i>Sticholonche Zanclea</i>	+	+
	<i>Eucalanus giesbrechti</i>	—	—
	<i>Temora discaudata</i>	+	—
	<i>Scutella gracilis</i>	+	+
	<i>Oncaea venusta</i>	+	+
	<i>Corrycaeus japonicus</i>	—	+
	<i>Eutерpe acutifrons</i>	+	—
	<i>Evadne tergestina</i>	—	—
	<i>Penilia Schmackeri</i>	—	+
	<i>Amphipoda</i>	+	—
	<i>Creseis acicula</i>	+	—
	<i>Planktonya Henseni</i>	—	—
	<i>Oikopleura</i>	+	+
	<i>Sagitta</i>	+	+
	<i>Doliolum nationalis</i>	+	—
	<i>Polychaeta larva</i>	+	+
	<i>Gastropoda larva</i>	—	—
	<i>Ophiopluteus larva</i>	—	—

(+) or not occur (—) in the north of Sado Island (St. G₆), and in Toyama Bay (St. E₁) is indicated. Sts. G₆ and E₁ are regarded as representing the waters where the currents in question have passed. At St. G₃ phytoplankton is constituted of 16 species and the zooplankton of 19 species. Of the 16 plant species, one is common to the three stations, 8 are found only at St. G₃, and the other 7 are common to St. G₃ and one of Sts. G₆ and E₁. Of the 19 animal species, 6 are common to the three stations, 5 limited to St. G₃, and 8 common to St. G₃ and one of the other two stations. Such being the case, the species found at St. G₃ may be regarded as being composed of the species originating from St. G₆ and St. E₁.

It then follows that the region south-west of Sado Island which is characterized by the plankton of diversified specific composition is probably formed by the contact of the southward flow along the southern coast of Sado Island with the north-eastward

flow along Japan Proper (Honshu). In Table 2 there are one common species in phytoplankton to these three stations and six in zooplankton — the former is *Ceratocorgis horrida*, the latter are *Sticholonche zancelea*, *Setella gracilis*, *Oncaea venusta*, *Oikopleura*, *Sagitta*, *Polychaeta larva*. In phytoplankton, 8 species — *Trichodesmium Thiebauti*, *Ceratium Humile*, *Cerat. macroceros gallicum*, *Cerat. tripos*, *Cerat. sumatranum*, *Rhizosolenia alata*, *Thalassiothrix Frauenfeldii*, *Biddulphia sinensis* —, and in zooplankton, 5 species — *Eucalanus giesbrechti*, *Evadne tergestina*, *Planktomya Henseni*, *Gastropoda larva*, *Ophiopluteus larva* — occur at St. G3, but not at St. G6 and St. E1.

Of the thirteen species that are not found at Sts. G6 and E1, 7 species — *Trichodesmium Thiebauti*, *Ceratium Humile*, *Cerat. macroceros gallicum*, *Cerat. sumatranum*, *Biddulphia sinensis*, *Eucalanus giesbrechti*, *Ophiopluteus larva* — are characteristic to St. G3, i. e. they are not found at other stations of the present observation. Other 5 species of the group, namely *Ceratium tripos*, *Thalassiothrix Frauenfeldii*, *Evadne tergestina*, *Gastropoda larva*, *Planktomya Henseni*, are found only in Toyama Bay and its neighborhood, but scarcely in the vicinity of St. G6.

On the basis of the scheme of current system and the foregoing analysis of the specific composition of plankton, it may be concluded that the region south-west of Sado Island which is characterized by the plankton of diversified specific composition has resulted from the contact of two currents, namely, the south-westward flow along the southern coast of Sado Island and the north-eastward flow from Toyama Bay.

It then follows that, in the present observation, the plankton of diversified specific composition (i. e. more than 25 constituent species) is found either in the waters partially surrounded by the turning flow of Tsushima Current, or in the mixing region, as mentioned previously.

No purely cold-loving species are found. Some neritic forms, such as *Gastropoda larva*, occurred only in the neritic region, but such regularity is only occasionally found in the distribution of other forms. For example, *Ceratium inflexum*, *Trichodesmium contortum*, *Doliolum nationalis* etc. occur chiefly in the offing. Following six species are not found in the north of Hakusan Bank, where the influence of the northern cold water mass is relatively strong.

Peridinium falutipes

Oithona nana

Globigerina bulloides

Oithona decipiens

Oncaea venusta

Oithona similis

In the foregoing paragraphs, reference has been made to the number of total species.

Like number of total species, the number of the phytoplankton species or the zooplankton species to occur one station is also correlated to the oceanographic conditions, although the correlation becomes obscure in the order named (Figs. 9 and 10). The number of the species constituting phytoplankton ranges between 10 and 15 in the main flow of Tsushima Current, but remains below 10 in the branch flows of Tsushima Current and in the offing beyond Tsushima Current. The number of zooplankton species in the main and the branch flows of Tsushima Current fluctuates between 10 - 15

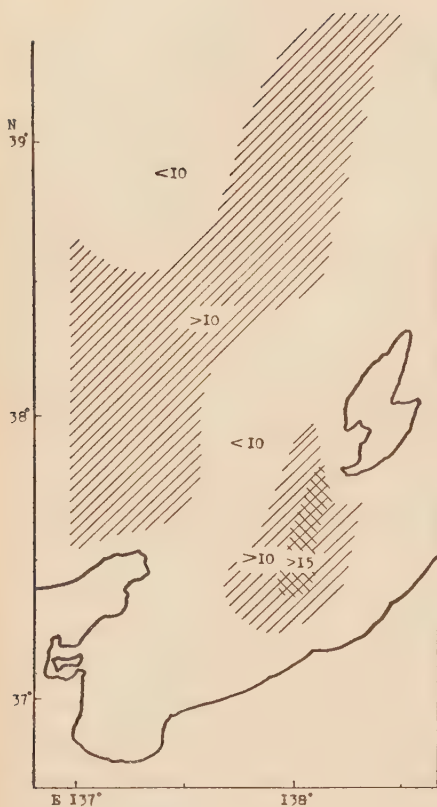


Fig. 9 Geographical distribution of the number of phytoplankton species.

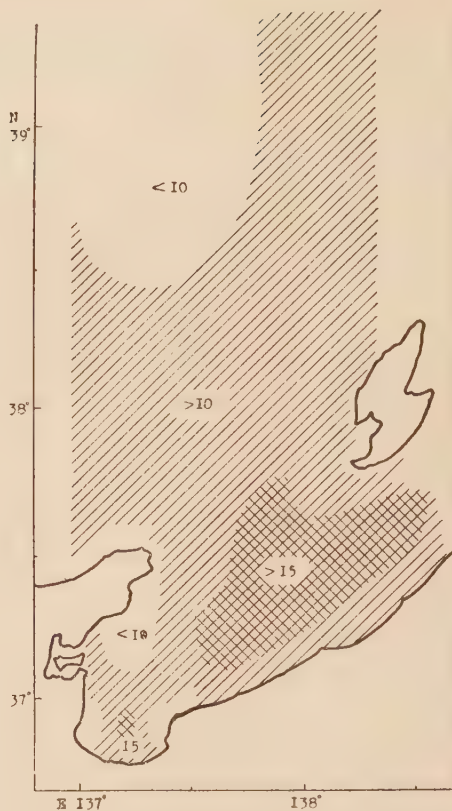


Fig. 10 Geographical distribution of the number of zooplankton species.

species, and falls below 10 in the north of Hakusan Bank. The waters south-west of Sado Island is characterized by the diversified composition of phytoplankton as well as zooplankton species, being constituent of more than 15 species.

After all, the conclusion is arrived at that the distribution of the number of phytoplankton species shows better the path of Tsushima Current in comparison with that of zooplankton species. The number of total species, including phytoplankton and zooplankton, however, indicates most strictly the relation between the sea conditions and the geographical distribution of the number of species. In conclusion the path of Tsushima Current is far better indicated by plotting the number of total species than plotting the number of phytoplankton species or zooplankton species.

So far as the present study concerns, the indicator species of the main flow of Tsushima Current are *Ceratium trichoceros* and *Diphyes appendiculata*.

III Summary

1) This study is concerned with the geographical distribution of microplankton and its relation to the flow of Tsushima Current, in the waters off Noto Peninsula and

Sado Island during the period September 9 – 20, 1950. It is to be the first step to a complete planktological investigation of that low temperature region which occurs in these waters and exerts great influence upon the coastal fishing in the northern Japan Sea.

2) The settling volume of total microplankton varies with geographic position from 0.1 (St. K2) to 11.0 cc. (St. D1). On the basis of the geographical distribution of this volume, three regions are distinguished in the present waters: namely, the neritic region, the path of Tsushima Current, and the offshore region. Within the flow of Tsushima Current the settling volume is less than 1 cc., and usually about 0.5 cc., while it exceeds 1 cc. in the other regions.

3) The list of species for separate stations indicates that the specific composition (irrespective of the relative abundance of each species) of the phytoplankton shows two peculiarities: (1) at any locality, more *Dinoflagellate* species are found than the species belonging to Gen. *Chaetoceros* or *Rhizosolenia*; (2) species of Gen. *Ceratium* account for the greatest part of *Dinoflagellate* species.

4) Number of the species occurring at one station varies between 12 (St. C6) and 35 (St. G3). It is quite noteworthy that the number differs markedly in the three regions mentioned in 2). In the neritic region it is always below 20; in the main and branch flows of Tsushima Current it increases over 20; in further offing the number again falls below 20. Number of the plant species, and that of the animal species that occur at one station also differ in the three regions, but the difference becomes less considerable in the named order.

As stated in 2) the settling volume also shows marked decrease in the path of Tsushima Current, but the decrease is not so remarkable in branch flows as in the main flow. It, therefore, follows that of the four measures mentioned above, the number of total species (animal and plant combined) is best correlated with the path of Tsushima Current.

5) Because the sampling is confined to the surface layer (vertical hauling from depths of about 25 m up to surface) and the season is warm, no purely cold-loving forms are found in the sample. Hence, it is not possible to correlate the distribution of such species to the flow of Tsushima Current.

6) In the region where the flow of Tsushima Current changes its direction, that is, where it mixes with the cold current from the north, the plankton is composed of more various forms of organisms than in other regions.

Literature

- 1) Hustedt, F.: 1930. Die Kieselalgen.
- 2) Mori, T.: 1987. The Pelagic Copepoda from the Neighbouring Waters of Japan. Yokendo, Tokyo.
- 3) Yoshida, S.: 1950. Oceanographic Result in Japan Sea, August and September, (in

Japanese). Hydrog. Bull. 21, 1950. Maritime Safety Agency, Tokyo.

- 4) Shimomura, T. and K. Miyata: 1953. On the Oceanographic Character of the Low Temperature Region off Sado Island-1. Bull. Jap. Soc. Fish. 19(4). (in Japanese)

(●, ●, ●: dominant species)

Phytoplankton

Planktological Study on the Warm Tsushima Current Regions —II

Plankton Properties and Their Relation to Oceanographic Conditions of the Central Japan Sea in the Summer of 1951.

Toshimasa SHIMOMURA

I Introduction

Knowledge on the horizontal and vertical distribution of plankton is indispensable for the prediction of fishing condition and for the study of marine ecology. The vertical distribution of zooplankton, in particular, is studied very intensively in these years in relation to the deep sea scattering layer.

This paper, however, is concerned with more basic phases of plankton study, and describes the abundance and composition of the plankton in the euphotic zone of the offshore region of the Japan Sea off central Honshu, Japan, with reference to the relation between these planktological properties and physical and chemical conditions of the sea.

Little has been known on the oceanography, especially, of the waters named above. The plankton of the offshore region of the Japan Sea has been studied only by Marukawa (1928) and Aikawa (1934), while the production and distribution of plankton in its neritic regions have been studied in considerable details by Yanagisawa (1938), Kokubo (1940), Furuhashi (1951, 1952, a, b, c), Fukase and Furuhashi (1952), and Shimomura (1953).

The material for this study was collected during two observation cruises. The first cruise covered the waters from Noto Peninsula to Sado Island (Observation lines L, I, g, M and N) during July 6 - 14, 1951, and the second, the waters from Noto Peninsula to Oki Islands (Observation lines a, b, and C) during July 28 - August 5, 1951 (Fig. 1).

In these observations the stations totaled 86; at 52 stations (mark ●), only the surface observations of physical and chemical factors were taken; at the other 34 (mark ⊙), plankton was collected and vertical observations of physical and chemical factors were made to the 400-meter layer.

The author was aided by Mr. K. Miyata, Mr. M. Mukai and other persons in collecting the material at sea and in the chemical analysis of water samples at land. He was aided also by the crew of the research ship "Daini Asahi Maru" in the laborious and time-consuming work on board. To all these gentlemen the author wishes to express his hearty thanks.

Method of collecting plankton: Plankton sample is collected by the vertical haul with the Kitahara's plankton net. The net is lowered until the submerged length of

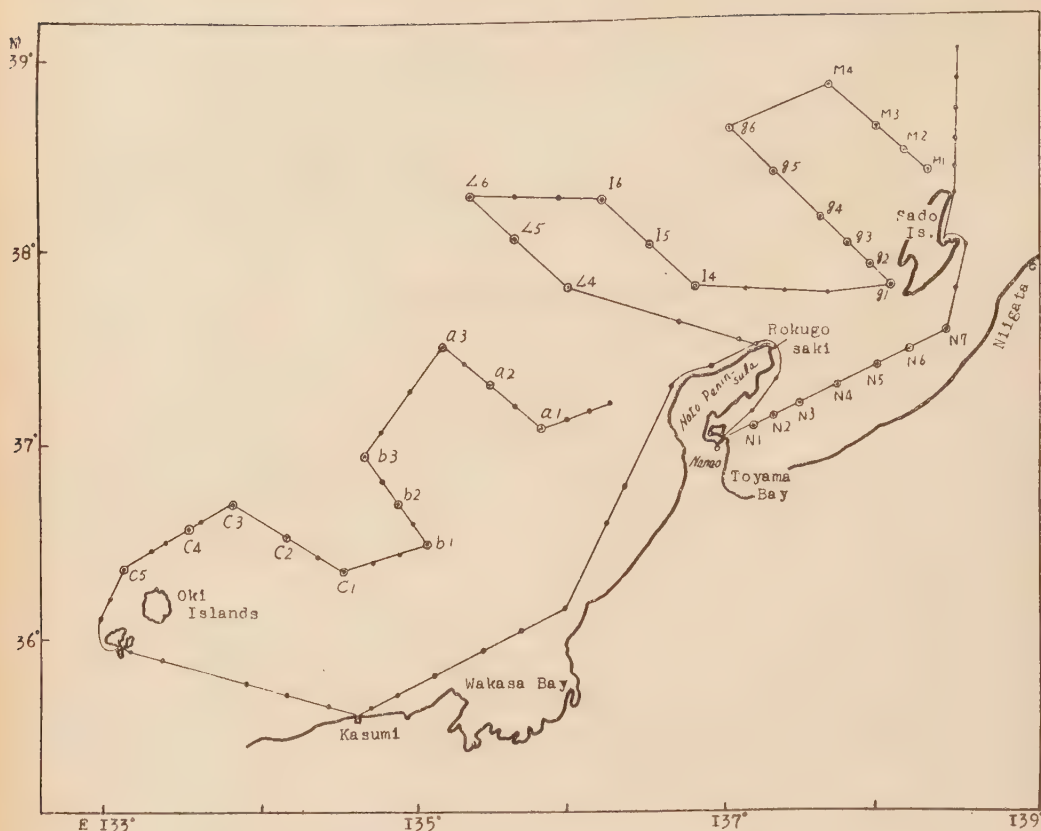


Fig. 1 The track and the positions of stations.

the wire reaches 25 m, and then hauled up roughly vertically to the surface. The filtering cone of the net consists of XX No. 13 silk bolting cloth (corresponding to Müller gauze No. 13), and is provided at the bottom with a small bucket (glass tube) having a cock. The mouth of the net measures 22 cm. in diameter.

Quantitative examination of plankton sample: The material is diluted with water about five times as much as its settling volume, and 1 cc. of the diluted sample is poured into a counting chamber, measuring 22 mm by 27 mm inside and 1.6 mm deep, with a glass bottom sectioned at 0.5 mm intervals. The chamber is made by fastening its brass sides to the glass bottom with Canada balsam. Counting is made under microscope, usually on the whole area of the chamber.

II Plankton

Number of species: A total of 120 species are identified, comprising 70 animal and 50 plant species. A complete list of these species is given in the Separate Table. Table 1 gives the number of the species belonging to various classificatory groups. Except for those stations where conditions are extremely neritic (Sts. C4, C5 and N1),

Table 1 The numbes of species.

Phytoplankton	50	Zooplankton	70
<i>Cyanophycea</i>	2	<i>Protozoa</i>	3
<i>Dinoflagellata</i>	19	<i>Copepoda</i>	33
<i>Diatomaceae</i>	28	<i>Phyllopoda</i>	3
.....		<i>Mollusca</i>	3
<i>Chaetoceros</i>	8	<i>Amphipoda</i>	2
<i>Rhizosolenia</i>	8	<i>Larval Form</i>	12
<i>Other Diatomaceae</i>	12	<i>Chaetognatha</i>	8
.....		<i>Thaliaceae</i>	2
<i>Chlorophyceae</i>	1	<i>Others</i>	4

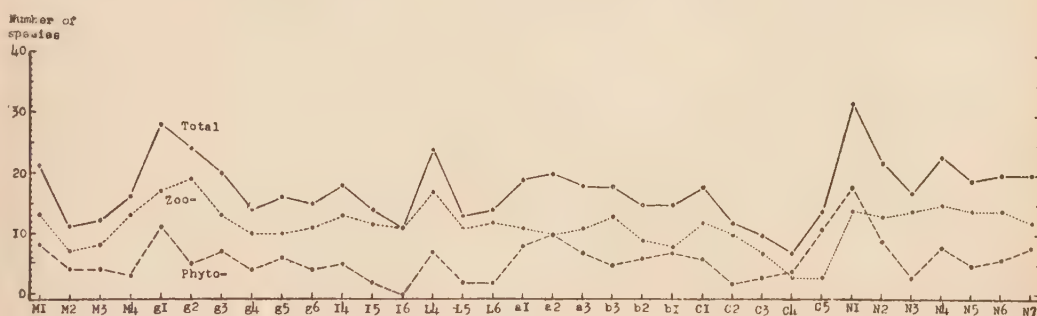


Fig. 2 Number of species constituting the total, zoo-, and phyto-plankton at each station.

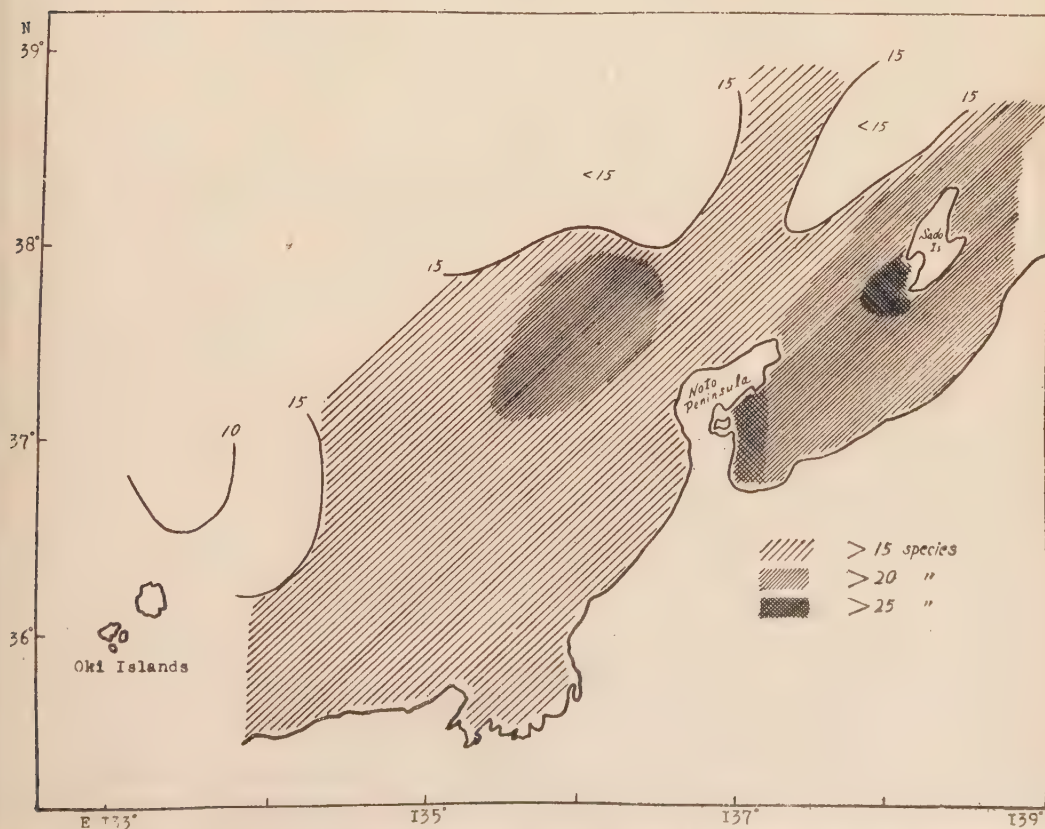


Fig. 3 Geographical distribution of the number of total species including zoo- and phyto-plankton.

there are found more zooplankton species than phytoplankton species at one locality (Fig. 2). Usually more than 10 animal species occur along with less than 10 plant species at one locality. Number of the constituent species varies according to station from the minimum of 7 to the maximum of 32. The number usually ranges between 10 and 20 in the offshore, but is considerably great at the stations very close to land (Sts. g1 and N1).

In Figure 3 is shown the geographical distribution of this number. It is indicated in the figure that the plankton is composed of more than 15 species of organisms in the flow of Tsushima Current, but of less than 15 species on the offshore side of Tsushima Current.

Within the path of Tsushima Current there are regions where the plankton is constituted by more than 20 species; for example, Toyama Bay and the north-western offing of Noto Peninsula. The numbers of zooplankton and phytoplankton species are 15 and 8 in the former region (St. N4), and 17 and 7 in the latter (St. L4) (see Separate Table). In either region, plankton is composed exclusively of neritic forms. And such species as *Noctiluca scintillans*, *Calanus helgolandicus*, *Oithona nana*, *Oncaea venusta* are common to both regions. Therefore, it may be said that the specific composition of plankton is very much alike in the two regions. A closer examination of the Separate Table shows that the increase of the constituent species is due to the occurrence of various larval forms (including nauplii) and *Thaliaceae* in Toyama Bay, and to that of such neritic forms as larvae, *Calanidae* and *Diatomaceae* in the other region.

The plankton samples for this study consisted exclusively of purely warmth-loving forms. It should be remembered in this connection that the whole area covered by this study was free from the direct influence of the cold oceanic current from the north during the observation period, and that the net was hauled only through the uppermost layer of the sea (0-25m. zone).

Number of plankton organisms: The abundance of plankton varies between 2,609/m³ and 463,000/m³ according to stations. The minimum is recorded at St. N3, where the plankton is composed of 73% of zooplankton (of which *Oikopleura* is dominant) and 27 % of phytoplankton (mostly *Trichodesmium*). The maximum is encountered at St. C4, where only 0.2% of the plankton population is represented by zooplankton and 98.8% by phytoplankton (of which *Climacodium biconcavum* is preponderant).

As is shown in Figure 4, plankton is most abundant at Sts. b3 and C4 off Wakasa Bay, and considerably abundant in the north of Noto Peninsula (Sts. I4-I6). But the abundance is comparatively low (i.e. 3,000-6,000/L) in Toyama Bay (Sts. N2 and N3).

Figure 5 shows the percentages of zooplankton and phytoplankton to the total plankton for each station. Fig. 5, together Fig. 4, shows that in the waters from the north-west of Noto Peninsula eastwards (i. e. Stations of M, g, I, L and N series) variation in the abundance of plankton is not always associated with the variation in phytoplankton abundance. In the west of Noto Peninsula, however, the abundance of plankton is primarily determined by that of phytoplankton. In this region *Climacodium*

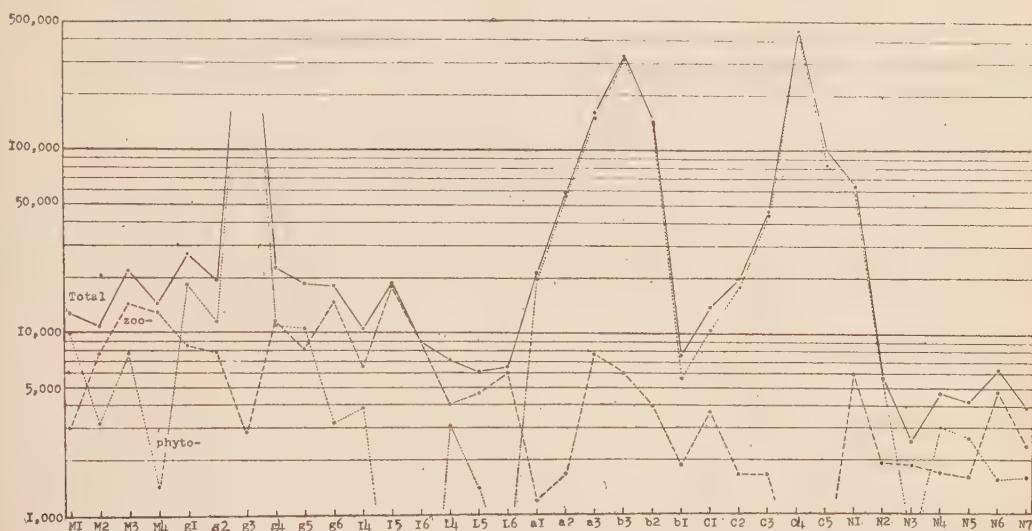


Fig. 4 Number of total, zoo- and phyto-plankton organisms per cubic meter of sea water at each station. (It is impossible to count number of phytoplankton organisms at St. g3, due to colony forming of Gen. *Trichodesmium*.)

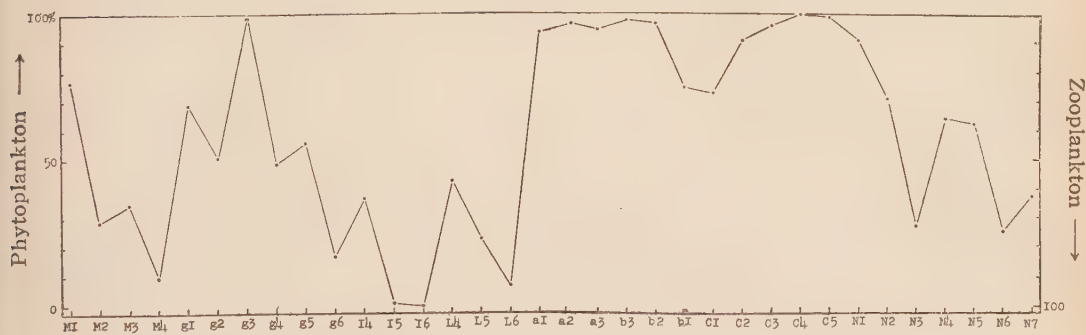


Fig. 5 Numerical percentage of zoo- and phyto-plankton organisms in total plankton at each station.

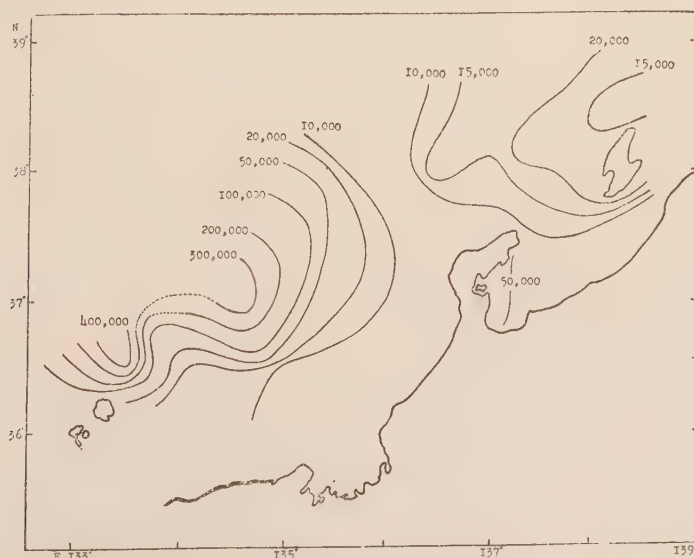


Fig. 6 Geographical distribution of the number of total plankton organisms per cubic meter of sea water.

biconcavum is found in high concentrations and constitutes the major part of phytoplankton. The maximum concentration of this diatom is recorded 408,388/m³ at St. C4.

As is indicated in Figure 6, plankton is abundant in two regions: one is located in the north-western offing of Wakasa Bay and protruding south-east towards the mainland; the other is located in the offing of Sado Island and extending from the north-east to the south-west. In the first region plankton is twenty to thirty times as abundant as in the second. These two regions and Honshu (Japan Proper) are isolated from one another by a region of low plankton abundance, usually below 10,000/m³; this region represents the path of the main flow of Tsushima Current.

Figures 7 and 8 show the geographical distribution of the abundance of zooplankton and phytoplankton, respectively. It is indicated in Figure 7 that zooplankton is abundant (over 5,000/m³) in the offshore region ranging from the north of Sado Island south-west to the offing of Wakasa Bay. In these waters *Oithona nana* and *Oithona larvae* are dominant in zooplankton, except in the offing of Wakasa Bay (Sts. a3 and b3) where *Gastropoda larvae* and *Oncaea venusta* are the dominant forms. Zooplankton occurs in the greatest abundance and outnumbers phytoplankton in the north and north-west of Sado Island. In the west of Wakasa Bay, zooplankton is scarce, and the density falls below 500/m³ in the vicinity of Oki Islands. In the main flow of Tsushima Current, too, zooplankton is relatively scarce, usually less than 3,000 organisms per cubic meter of sea water.

Geographical distribution of the abundance of phytoplankton (Fig. 8) is just reverse to that of zooplankton. Phytoplankton is very abundant from the north of Oki Islands eastwards to the offing of Wakasa Bay. In the north-east of this region, phytoplankton is comparatively scarce. In the north-west of Sado Island phytoplankton is relatively

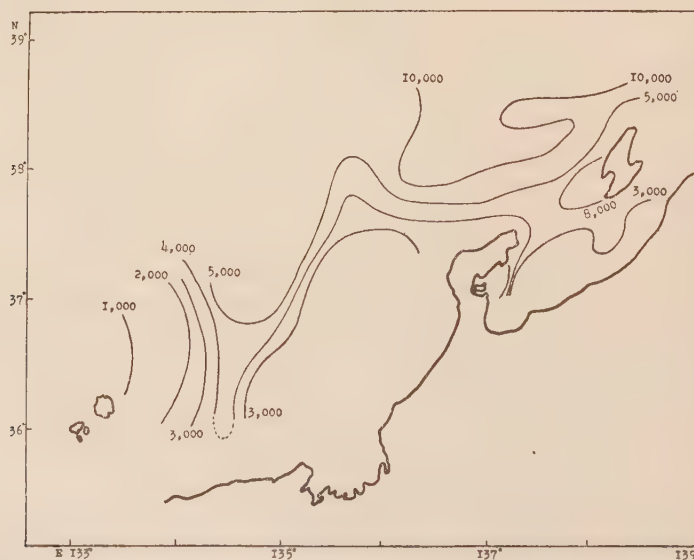


Fig. 7 Geographical distribution of the number of zooplankton organisms per cubic meter of sea water.

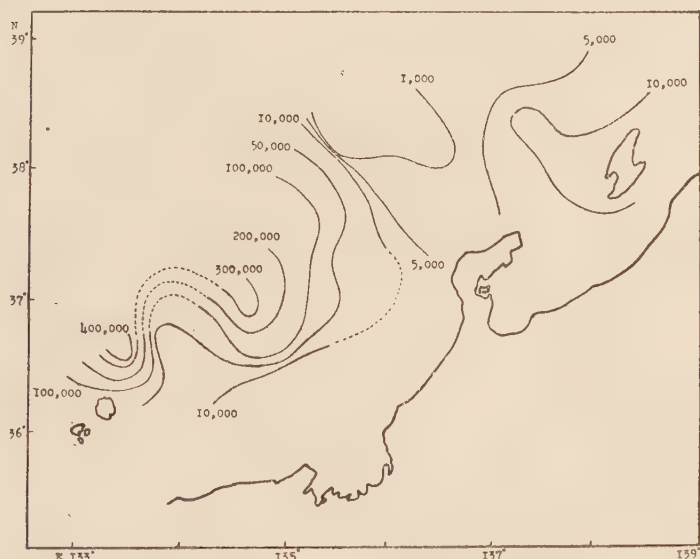


Fig. 8 Geographical distribution of the number of phytoplankton organisms per cubic meter of sea water.

abundant (about $10,000/\text{m}^3$), and its major part is accounted for by *Rhizosolenia alata* and *Rhiz. hebetata f. semispina* in the offshore (St. g4) and by *Ceratium massiliens* (including *Cerat. protrubens*) and *Chaetoceros coarctatus* near the island (St. g3). The density of phytoplankton population in this region, however, is only $1/20$ to $1/30$ of that off Wakasa Bay.

As previously mentioned, the high abundance of phytoplankton off Wakasa Bay is caused by heavy growth of *Climacodium biconcavum*. In Toyama Bay there is found an isolated region of high phytoplankton abundance (St. N1), where *Chaetoceros affinis* is very abundant ($23,455/\text{m}^3$) and represents the major part of phytoplankton. This diatom is known to flourish from September through November in Nanao Bay adjacent to Toyama Bay.

Some characteristics of the plankton population in the offshore region is indicated in Figures 9 and 10. These figures show geographic variation of abundance and composition of plankton along a line connecting the

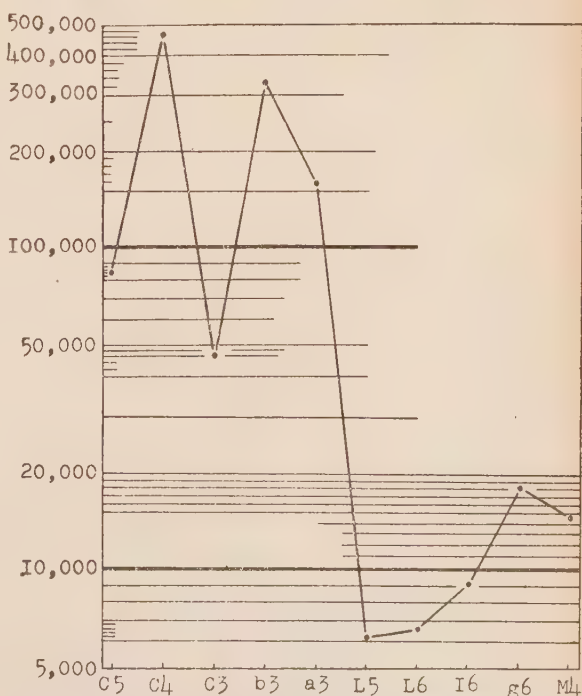


Fig. 9 Number of plankton organisms including zoo- and phyto-plankton at offshore stations.

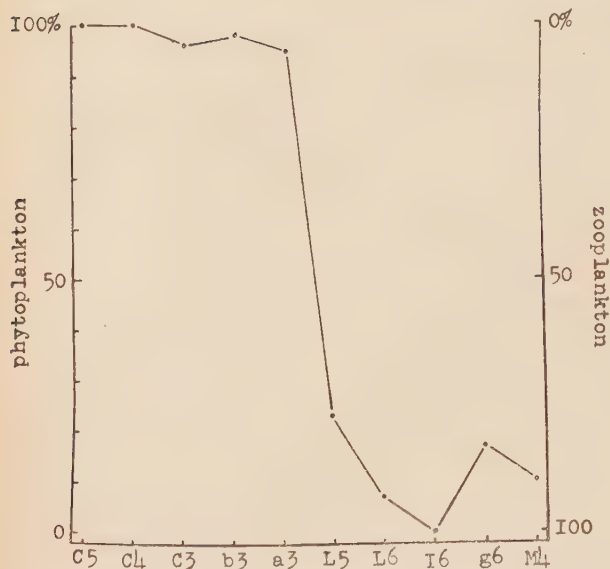


Fig. 10 Numerical percentage of zoo- and phytoplankton organisms in total plankton at offshore stations.

changes abruptly between St. a3 and St. L5, or in the north-west of Noto Peninsula, indicating that the high abundance of plankton in the offshore waters west of Noto Peninsula caused by the heavy growth of phytoplankton organisms.

In the path of Tsushima Current the abundance of phytoplankton is usually of the order of several thousands per cubic meter of sea water. But it gradually decreases as the flow proceeds north-east, and becomes as low as several hundreds per cubic meter in the offing of Noto Peninsula (Fig. 8), where *Ceratium massiliens*, *Chaetoceros coarctatus* and *Ch. affinis* are major plant species. Abundance of zooplankton is slightly lower in the path of Tsushima Current than in other regions, and the difference is not so remarkable as in the case of phytoplankton. To sum up, Tsushima Current is characterized by low abundance of plankton, particularly of phytoplankton.

Within the waters covered by this study, plankton is abundant in two regions, namely off Wakasa Bay and off Sado Island, it is interesting that both regions are characterized by low water temperature. But it has been indicated that the composition of plankton differs very conspicuously in the two regions; phytoplankton is far dominant over zooplankton off Wakasa Bay, while zooplankton is dominant off Sado Island. Physical and chemical studies indicate that lower water temperature in the two regions is not due to the same factor; it is due to the upwelling in the former region, but in the latter, to the lateral mixing of the intermediate layer of Tsushima Current with the water of the cold Liman Current (Shimomura and Miyata, 1953). Hence, the difference of the plankton population of the two regions may be explained in two ways:

- 1) The water mass influencing one region is different from that influencing the other. Accordingly, the species to constitute plankton and the phase of their growth are determined independently in each region.

stations most distant from land. This line, running roughly parallel to the coast line of Honshu, is represented by the abscissa in Figs. 9 and 10. At a glance, one will notice that abundance and composition of plankton differs very markedly along the two halves of this line. Plankton is very abundant and composed chiefly of plants along the south-western part of the line (the left half of the graphs), but along the north-eastern part of the line (right half of graphs) plankton is much scarce and animals outnumber plants. Both abundance and composition changes

2) Plankton populations of the two regions are principally the same, and have undergone similar succession. Marked difference in abundance and composition indicated by the samples is due to the lag in the sampling period. Actually, the sampling was made during July 7-14, 1951 off Sado Island and during July 28-30, 1951 off Wakasa Bay, with a lag of about two weeks in between.

Probably, these two factors have worked in co-operation.

When Figs. 3, 6, 7 and 8 are compared with each other, it is noticed that the plankton composed of greater number of species does not always occur in greater abundance. Part of this phenomenon is explained by the fact that high abundance often results from the active propagation of one or a few dominant species.

Distribution of various groups and dominant species of zooplankton: As previously mentioned, zooplankton occurs in the greatest abundance off Sado Island (Fig. 7). It is abundant and outnumbers phytoplankton also in the north regions, following three groups constitute the major part of zooplankton and are abundant in the named order:

"Larval form" > *"Copepoda"* > *"Copelata"*

And larval forms usually account for more than 50% of zooplankton organisms. In the north of Noto Peninsula quantitative composition of zooplankton varies by stations more considerably than off Sado Island.

In the west of Noto Peninsula and in Toyama Bay, too, above-named three groups constitute the major part of zooplankton. But they do not rank in the foregoing order. *"Copepoda"* take the place of *"Larval form"*, sometimes accounting for more than 50% of zooplankton organisms, and larval forms usually represent about 30%. On the other hand, *Copelata* become relatively abundant; at a station they account for 43% of the zooplankton. In consequence, differences between the relative abundances of the three groups become small in these regions, especially in Toyama Bay where the three major groups of zooplankton rank, according to their relative abundance, in the following order:

"Copepoda" > *"Larval form"* > *"Copelata"*

From the geographical difference in the composition indicated above, one may deduce that the zooplankton association is dominated by larval forms in the north of Noto Peninsula and by *Copepoda* group accompanied by *Copelata* in the offing of Wakasa Bay, and that these two associations are mixed to result the zooplankton of Toyama Bay (Fig. 11).

Oithona nana and *Oncaea venusta* are far more important than other members of *"Copepoda"* group, because they occur more frequently and in far greater abundance. According to conventional theories, both species are typically neritic forms. *Noctiluca scintillans* and *Calanus helgolandicus* rank next to *Oithona nana* and *Oncaea venusta* in their importance. The other animal forms are of little importance, because they occur only occasionally in such small numbers as several hundreds per cubic meter of sea water. Hence, these four species, particularly *Oithona nana* and *Oncaea venusta*, are to be regarded as the major species in the zooplankton of the offshore region of the Japan Sea during summer (Fig. 12).

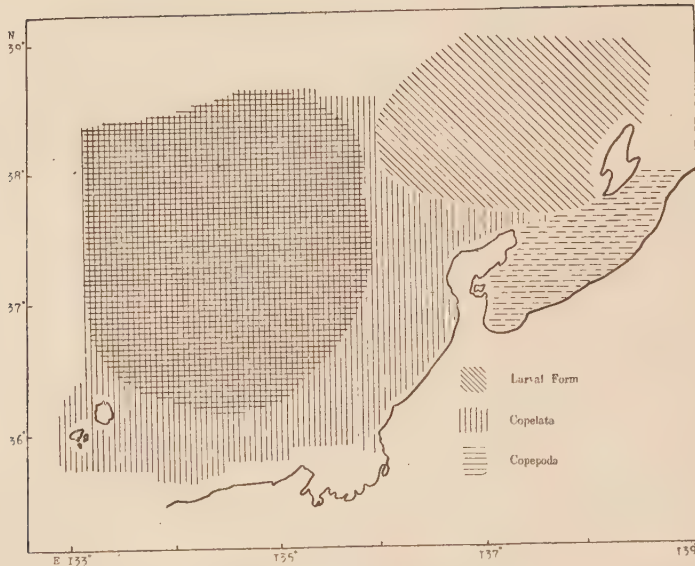


Fig. 11 Geographical distribution of important groups of zooplankton.



Fig. 12 Geographical distribution of major zooplankton species.

As previously indicated, the zooplankton off Sado Island is composed chiefly of larval forms, but these are mostly *Oithona* larvae. Therefore, it may well be said that a zooplankton population which can be termed "*Oithona* community" is distributing over the whole waters covered by this study, and that the population is modified into "*Oithona* Larva community" in the north and north-east of Noto Peninsula and into "*Oithona* Adult community" in the west of the peninsula.

Distribution of various groups and predominant species of phytoplankton: In the waters covered by this study, *Cyanophyceae*, *Dinoflagellata* and *Diatmaceae* constitute the major part of the phytoplankton. Following two points are to be mentioned with

regards to the behavior of these groups.

1) Relative abundance of the three groups varies considerably with geographic positions (Fig. 13) and the variation is due, in most cases, to the heavy variation in the abundance of *Diatomaceae*. It is not uncommon that phytoplankton consists exclusively of this group.

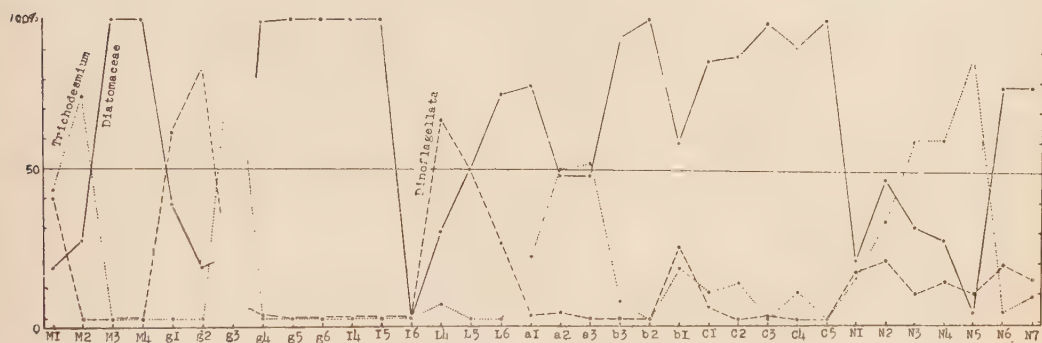


Fig. 13 Percentage abundance of *Diatomaceae*-, *Dinoflagellata*-, and *Cyanophyceae*-group in phyto-plankton at each station.

2) *Cyanophyceae* and *Dinoflagellata* become preponderant only in certain localities, i. e. in Toyama Bay. In this bay, in sharp contrast with other regions, *Cyanophyceae* predominate over other other groups; *Diatmaceae* and *Dinoflagellata* follow in that order respectively accounting for less than 50% and less than 20% of the phytoplankton.

Diatomaceae is further divided into three groups: "*Chaetoceros*", "*Rhizosolenia*" and "*Other Diatomaceae*". As in the case of the three major groups of zooplankton, each of these groups consists chiefly of one or a few major species:

"*Rhizosolenia*" group - *Rhiz. hebetata* f. *semispina*, *Rhiz. setigera*, *Rhiz. alata* (including f. *gracillima*).

"*Other Diatomaceae*" group - *Climacodium biconcavum*.

"*Chaetoceros*" group - *Ch. affinis*, *Ch. coarctatus*.

Figure 14 shows the relative abundance of of these groups at each station in terms

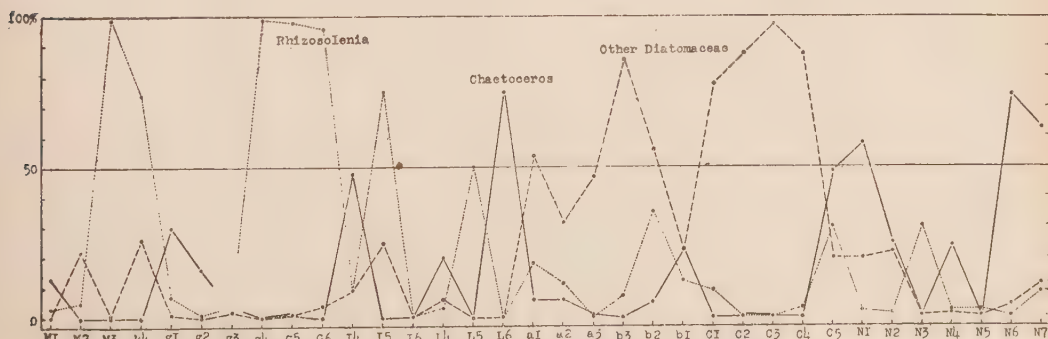


Fig. 14 Percentage abundance of *Chaetoceros*-, *Rhizosolenia*-, and *Other Diatomaceae*-group in phytoplankton,

of percentage to total phytoplankton. As is clear from this graph, "*Rhizosolenia*" and "*Other Diatomaceae*" constitute the major part of phytoplankton in the offshore. In Toyama Bay (Sts. N2-N4), however, none of the three diatom groups amounts to 20% of total phytoplankton, owing to the preponderance of *Cyanophyceae*. "*Chaetoceros*" is preponderant (more than 50% of phytoplankton) in two localities, namely on the east coast of Noto Peninsula (St. N1) and between Honshu and Sado Island (Sts. N6 and N7). In the former region *Ch. affinis* is showing a heavy growth, while *Ch. didymus* and *Ch. coarctatus* occur in great abundance in the latter region.

Figure 15, being deprived from Figure 14, clearly illustrates the characteristics of the geographical distribution of phyto-plankton in the offshore waters covered by this

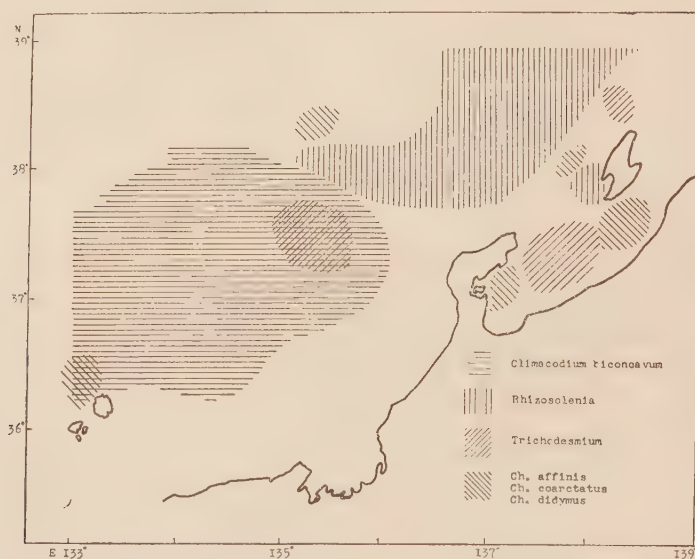


Fig. 15 Geographical distribution of major phytoplankton species.

study. From the north-west of Noto Peninsula north-eastwards "*Rhizosolenia*" group predominates, and in the west of this region *Climacodium biconcavum* is dominant. Distributions of these two phytoplankton associates borders each other north-west of Noto Peninsula. Along the border line there scatter those small isolated regions where "*Chaetoceros*" or "*Cyanophyceae*" (*Trichodesmium*) is dominant in phytoplankton.

III Summary

1) The material for this study was collected during the period July 7-30, 1951, at 34 stations distributing in the Japan Sea off central Honshu, Japan. At each station a vertical haul was made through the 0-25 m. layer. The numerical abundance and quantitative and qualitative composition of plankton are studied upon these samples. And the geographical distributions of these planktological properties are discussed in relation to physico-chemical conditions of the sea.

2) In the offshore regions, the number of species to occur at one station fluctuates little, usually between 10 and 20, comprising more than 10 animal species and less than 10 plant species.

3) The path of Tsushima Current coincides with the region where the plankton is composed of more than 15 species of organisms. In the further offshore, less than 15 species of organisms are found in the plankton.

4) The abundance of plankton organisms varies with stations between 2,609/m³ and 463,000/m³. The regions of high abundance are situated off Sado Island and off Wakasa Bay; in the former region animal species (especially *Oithona nana*) is dominant, but in the latter, plant species (mostly *Climacodium biconcavum*). These regions of high abundance coincide with the low temperature region off Sado Island and that off Wakasa Bay.

5) The path of Tsushima Current coincides with the region of plankton abundance - less than several thousands of organisms per litre of sea water.

6) On the basis of geographical distribution of planktological properties, the waters covered by this study can be divided into the two regions which border each other in the northwest of Noto Peninsula. Abundance as well as composition of phytoplankton differs sharply on the two sides of this line. On the west side, phytoplankton is exceedingly abundant and composed chiefly of *Climacodium biconcavum*. On the northeastern is, dephytoplankton is relatively scarce and "*Rhizosolenia*" group is important.

The abundance of zooplankton is higher in the north-eastern region, but the difference in the two regions is not so remarkable as in the abundance of phytoplankton. *Oithona* is the major constituent of zooplankton in either region, and adult forms of *Oithona* predominate in the western region, while *Oithona* larvae are dominant in the north-eastern region.

7) As far as the present samples concern, the summer plankton population of the middle Japan Sea has comparatively simple specific composition. Two species, namely *Oithona nana* and *Climacodium biconcavum* are the constituents of primary importance.

The following eight species rank second in importance.

Zooplankton : *Oncaea vdnusta*, *Noctiluca scintillans*, *Calanus helgolandicus*.

Phytoplankton : *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, *Rhiz. setigera*, *Rhiz. alata* (including f. *gracillima*), *Chaetoceros*, *Ch. coarctatus*.

8) The plankton of Toyama Bay shows peculiar specific composition, as compared with the plankton of other regions. The seasonal and successional change of the plankton of this bay will be reported in a separate paper.

IV Literature

- 1) Marukawa, H. : 1928. Kaiyo Chosa Iho 2(1). (in Japanese).
- 2) Aikawa, H. : 1934. On the Quantitative Analysis of Plankton Association in the Seas surrounding Japan. II. Jour. of the Imp. Fish. Exp. Sta., No. 5. (in Japanese).

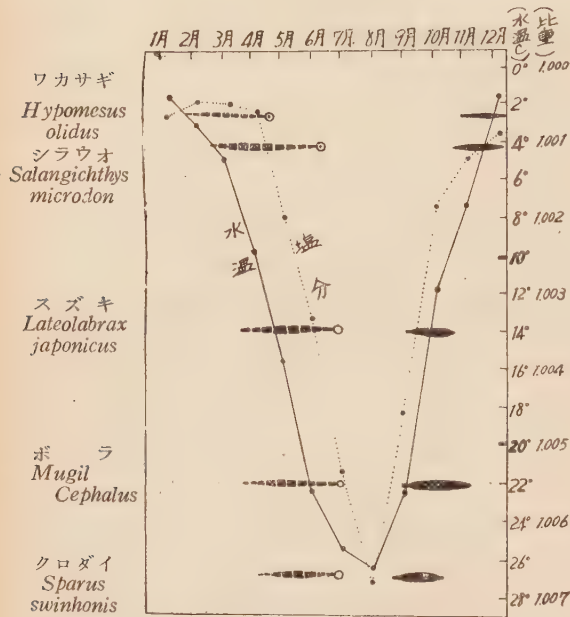
nese).

- 3) **Yanagisawa, T.**: 1938. Report of the Oceanographical Observations on Board the R. M. S. "Syunpu Maru" in the Toyama Wan. - 1936. Jour. of Oceanog., 11(3). (in Japanese).
- 4) **Kokubo, S.**: The Journal of Plankton. 15. National Research of Japan. (in Japanese).
- 5) **Furuhashi, K.**: 1951. The Reports of the Oceanographical Observation in the Western part of Wakasa Bay on Board the R. M. S. "Kuroshio Maru" (Feb. 29 - March 2, 1952). The Maizuru Marine Observatory, Jour. of Oceanog., I(3-4). (in Japanese).
- 6) **Fukase, S. and K. Furuhashi**: 1952. Report on the Plankton off the San'in (Japan Sea) on Aug., 1950. The Maizuru Marine Observatory, Jour. of Oceanog., I(2). (in Japanese).
- 7) **Furuhashi, K.**: 1952. Report of the Co-operative Oceanographic Observations in "Tango-Kai" Apr. - Sept., 1952. The Maizuru Marine Observatory, Jour. of Oceanog., I(5-6), (in Japanese).
- 8) **Furuhashi, K.**: 1952. The Report of the Serial Observation off the Kyoga-misaki made on Board the R. M. S. "Kuroshio-Maru" in the Winter Seasons (No. I). The Maizuru Marine Observatory, Jour. of Oceanog., I(3-4). (in Japanese).
- 9) **Furuhashi, K.**: 1952. Notes on Some Animal Planktons Collected from the Sea of Japan off San'in-District. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. 2(2).
- 10) **Shimomura, T.**: 1953. A Study on the Production of the Microplankton and Their Relation to the Oceanographic Conditions in Nanao Bay, Ishikawa Prefecture. Bull. of Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, No. 3. (in Japanese).
- 11) **Shimomura, T.**: 1953. Planktological Study on the Propriety of Culture or Multiplication in Nanao Bay, Ishikawa Pref., Bull. of Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory. No. 3, (in Japanese).
- 12) **Shimomura, T. and K. Miyata**: 1953. On the Oceanographic Character of the Low Temperature Region off Sado Island-1. Niigata Pref.. Bull. Jap. Soc. Fish. 19 (4). (in Japanese).

Separate Table: The plankton species and each number of organisms per cubic meter of sea water in the central Japan Sea during the period July 7-30, 1951.

•including *Engraulis japonicus* eggs •including *Saphirina* juv

があるが、ワカサギ、シラウオを以て最重要種とする。12月下旬以降は全面的に結氷するため（車馬が通行する）、漁期は主として春～秋の温暖期である。冬期には多少の氷下曳網漁業が行われるてい度である。



第2図 魚類の移動と水温、塩分との関係
(昭和25年8月—26年7月)

- 河から海へ下る時期
 ○○○○ 河から海へ上る期間
 線の太さは量を示す
 ○：稚魚
 ●：産卵親魚

えていた。然るにその後9月に入り小型クラゲが多量に発生しサヨリ、カワダイ等の斃死するものが見られ、なお広範囲に亘り水藻が枯死しており漁夫の言によれば鴨がクラゲを食べて斃死したものを拾った者もあり、鴨が例年に比し少くなつたのは事実である。右に酷似した現象は数年前、十数年前にもあり何れも早魃の年に起つているが具体的に調査したことがない。右の状況を考察するに早魃による鹹度の増加とクラゲの発生と魚類、鳥類の斃死との間に夫々因果関係があるらしく考えられるので此の点を調査したい。

筆者が八郎潟に到着したのは昭和25年10月22日であつた。その時すでに異常現象は旧に復してしまつた後であつた。すなわち秋田県水産試験場附属船八郎丸で2日間にわたり湖上調査を行つたがなんらサンプルをも採集できなかつた。又湖岸南部の諸部落を訪ねたがやはり一つのサンプルの持ち合せもなく、もつぱら県水産課、県水産試験場、湖岸各地の県水産駐在員、各漁業協同組合、漁業者についての聞き取り調査に終始してしまつた。又過去何回か、かかる異常斃死現象が起つていることは事実であり、常にかんばつた年に起つているが、その正確な年代を確め得なかつたのは残念であつた。

以下昭和25年夏期の異常斃死現象についての聞き取り調査の要点及び若干の考察を述べ、1951—1952年にわたつて行つた海洋学的環境調査結果については次回に発表することとする。

今これから重要魚種について水温・塩分と魚類移動の関係をみると第2図となる。この内水温・塩分は八竜橋（船越町と天王村を連絡する橋—第1図）すぐ下手、最深部5.2mのミオ筋において1.8m層についての調査（片岡、1952）から摘記したものである。

さてこの研究は次の公文書がきっかけとなつた。

秋発水第59号

昭和25年10月12日 秋田県経済部長
水産庁調査研究部長殿

八郎湖魚類斃死原因調査に関する件
 本県八郎湖に於て左記の状況を呈して居りますのでこれが調査につき適当と思われる方面に御連絡の上技術者の派遣方御配慮願ひ度く右御願ひする。

記

本年7,8月頃当地方はめずらしい高温と早魃で8月下旬頃カレイ、シジミ貝等が相当斃死するのを見たが高温によるものと考

異常斃死現象

i) ワカサギ *Hypomesus olidus* (BREVOORT)

昭和25年ワカサギの成長は非常に良かったので、8月20日からの解禁を7月20日に繰り上げたほどである。8月4日までは非常に豊漁であつたが、翌日ないし翌々日からぱつたりと獲れなくなつた。漁師はワカサギの死体の見られぬ所から、一時に、急激に湖外（日本海）へ逃げ出したのであろうと云う。ワカサギの年平均漁獲高は300,000メ

ii) シラウオ *Salanx microdon* (BLEEKER)

シラウオも不漁であつたが、ワカサギほどの急激な変化は見られなかつた。

iii) クラゲ *Medusae*

径2～3mmの、球状中に褐色の十文字があつたと漁師は云うが、サンプルがないので、種名は不明であるが、従来の調査報告に記載された *Hydromedusae* に属するものと思われる。これが9月に入つて爆発的に豊産し、湖面一面に拡張し、ために網の魚取部は本種のみで一杯になり、網目の清掃に困つたと云う。この種クラゲの発生は平年ととも7,8月の盛夏に見られ、春秋には極く少量の発生を見るにすぎなかつた。又7,8月の候ととも平年の発生は本年とは比較にならぬほど僅少で、又その分布も局部的である。平年でもクラゲの分布水域には魚はいないので、漁はクラゲ域外で行つてゐた。又湖北には発生しないのに、今夏は湖南と云わず、湖北と云わず一面に豊産した。

このクラゲの豊産は10月5日まで続き、一兩日の間にどこへ消え失せたかと驚くほど全然見えなくなつた。

iv) カワガレイ *Platichthys stellatus* (PALLAS)

クラゲの爆発的豊産と同時にカワガレイ、クロダイ、ウナギ、サヨリ、ゴリ等が死滅し、死体の浮漂するのが数多く見られた。

カワガレイについては、例えば瓢網を引き上げた場合、カワガレイの様子が何となくふらふらとしていて、酔つぱらつたようであり、網の中で次から次へと死んで行つた。又水面上あるいは水面近くをふらふらしながら泳いでいるのが数多く見られた。そして浮漂死体の体色は生時の黒色とは反対に白変し、岸に打ち上げられた死体の異臭は鼻をつくものがあつた。これらはすべて肥料として使用した。

v) セイゴ *Lateolabrax japonicus* (CUVIER & VALENCIENNES)

ワカサギの全滅にとつて代つて異常な豊漁となつたのはセイゴで、今秋の漁家はセイゴで息をついている状態である。胃内容としては例年と事変つてアミ類は全く見られず、全部海産のゴカイ類であつた。そのためか、7月中旬頃まで順調であつた発育がその後遅々として進まず、豊漁ではあるが小形でやせている。本種も又若干の死体が見受けられた。

稚魚は早春に海から入湖するが、沿岸漁師は“寒30日中に雨天3日ある年はセイゴは大漁”と云つてゐるが、これはその年の水温高が豊漁の因をなすことを指すものであろう。一般に高潮又は南西風強く海水の湖内浸入勢力の強い時に多量に入湖する。それが今夏は高温過ぎて餌料のアミ類までが死滅してしまつた。

vi) シジミ類 *Corbicula*

シジミはヤマトシジミ *Corbicula japonica* PRIME とマシジミ *Corbicula leana* PRIME が主で、三種川、馬場日川、船越水道等川口に産するが、湖東の鹿渡方面では8月下旬から、ちょうど水煮したような状態で開設して死亡し始め、しかもこれが日を追つて増加して行つた。

vii) カモ類

種名はわからぬが、今夏の斃死数は甚だ多く、1人1日で30羽を湖上で拾得した例もある。カモは昭和4年にも今夏よりさらに多く斃死した由であるが、両回共に食料にして何等の害もなかつた。しかし味は非常にまずかつた。なお今夏拾得のカモは1羽20円で取引された。

今夏の斃死カモの特徴としては

(イ) 食道内壁に米粒大の瘤が6~7ヶ形成されている。

(ロ) 肺臓はゲニヤゲニヤに壊れて白変していた。

(ハ) 下腹部の外面(皮膚)は青変していた。

(ニ) 胃内容は全然空虚であるか、あるいはシジミで満たされていた。この両者の差異は部落によって生じているが、恐らくシジミを有する部落と然らざる部落とに因るものと思料される。シジミ産地鹿渡では死んだシジミを飽食したのがカモの死因であると云うし、然らざる部落ではクラゲの飽食がカモの死因であると云い、又ある部落(払戸村)の漁師は死因は判らぬと云っている。

一般にカモは水面上をぱたぱたと羽ばたき苦しんで居り、容易に手づかみできたと云う。

・ viii) 藻 類

例年多量に採集されて肥料となつている。船上より観察した所によると、大体次の如き種類のものが多く生えていた。そしてコアマモ等の耐鹹性の藻類は湖南部の船越附近一帯では枯死していないが、淡水性のものは9月から続々枯死して行つた。

コ ア マ モ *Zostera nana* ROTH.

セキシヨウモ *Vallisneria spiralis* L.

センニンモ *Potamogeton maackianus* BENN.

ix) 水 色 等

水色は例年と変らぬ(船越町)、馬尿色を呈したが臭気は感じられなかつた(払戸村)、20年来かつてなく“カナ”(恐らく *Anabaena* であろう)が水面一面に游上繁殖し、湖上は腐敗臭を發した(船越町)、又全然平年と変りなかつた(主として湖北部)等々、時により所により区々であるが、要するに水がある時期、ある地域において変色しつつ、あるいは臭気を發しつつ移動して行つたことがよく判る。

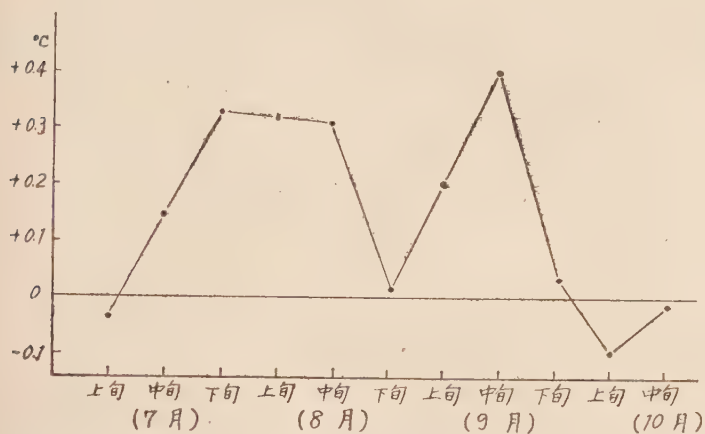
又外海水が垂直的にいかに湖内に侵入したが、クラゲが表面よりも中層に多かつたこと、及び平年と事変つて払戸地先(湖南部の船越水道に近い部落、水深1.5~2.0 m)では、表層・中層・底層の3層に分けた場合、表層・底層の各 5 m 層が暖かく、中層の 5 m 層が冷たかつたという漁師の言を考えると、外海水は湖の中層部位を通つて湖内に拡張して行つたのではないかと思われる。そしてそれがかなり安定であつたようである。

以上生物学的、海洋学的の諸異常現象の原因を沿岸漁師は主として、昭和25年夏期の少雨、かんばつに歸している。かんばつによつて水温・塩分共に急激に上昇したことが原因だろうと云っている。過去において何回か起つて来ているが、かかる異常現象に格別の関心がなかつたことがこの原因調査の上に大きな障害をなすことが痛感された。

昭和25年夏の気象状態

八郎湖のような最深部が僅かに 5 m、大部分が 2 m~3 m 以下という、浅い湖ではこの海洋学的性情がほとんど全く気象状態の如何に左右される。従つて水族生物の豊凶も又当然に気象状態に一義的に影響されることが考えられるので、昭和25年夏期の気象状態を秋田測候所のデータから、平年

比をとって見ると次のようになる。



第3図 気温年平均偏差図

i) 気温 (第3図)

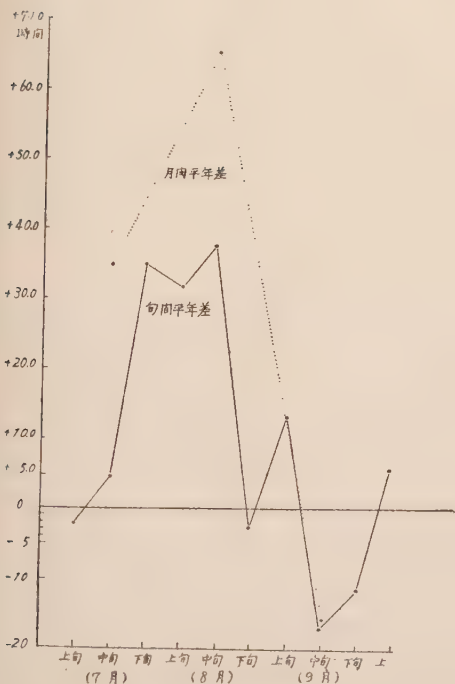
7月に入ってから9月下旬までは、常に平年より高温で、ことに7月下旬～8月中旬、9月中旬は平年比 +0.3～0.4°C である。7月中旬～9月中旬の 32～34°C であり、8月20日には秋田測候所開設以来の最高記録36.4°Cを示した。

ii) 日照時間 (第4図)

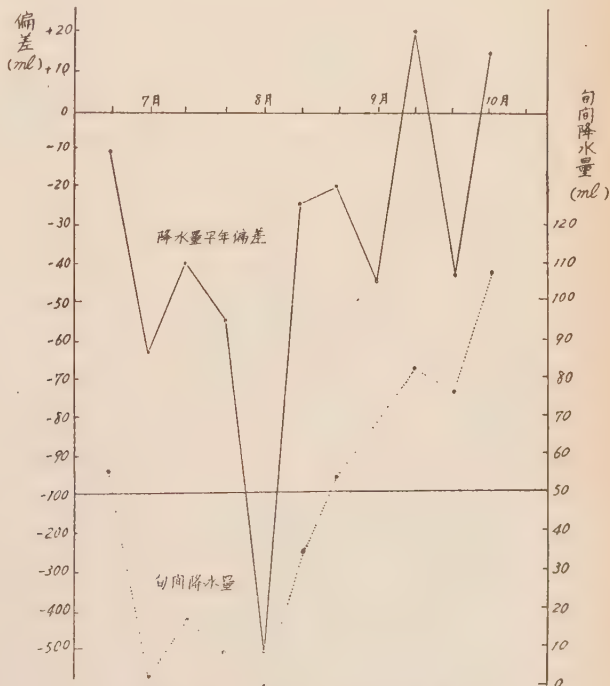
7月～9月上旬は常に平年より日照時間多く、月間日照時間数も平年比、7月は34.7時間、8月は66.1時間も多くなっている。9月に入つて漸やく逆に 15.8時間となった。

iii) 降水量 (第5図)

7月中旬～8月下旬はほとんど降水がなく、それより急増し9月上旬 53 ml, 9月下旬 83 ml, 10月中旬 108 ml, となった。7月上旬以降11旬の内、9月下旬と10月中旬の2旬のみが平年より 10～20 ml, 多いのみで、他はすべて一般に平年比 50 ml 少い。ことに8月中旬には 520 ml も少い。



第4図 日照時間平年差



第5図 降水量平年偏差及降水量

vi) 風

風速は7～9月共平年比 0.1m/sec. てい度大きく、今夏の最多風速、風向は次の通りである。もつとも八郎潟は男鹿半島と本土側の山塊との間に挟まれているので、秋田地方の風向、風速とは多少異なるし、局部的には複雑な様相を呈するが、他に利用し得るデータがないので秋田のデータを利用することとした。

7 月	SSE	3.3 m/sec.
8 月	SSE	3.6 m/sec.
9 月	SE	3.9 m/sec.

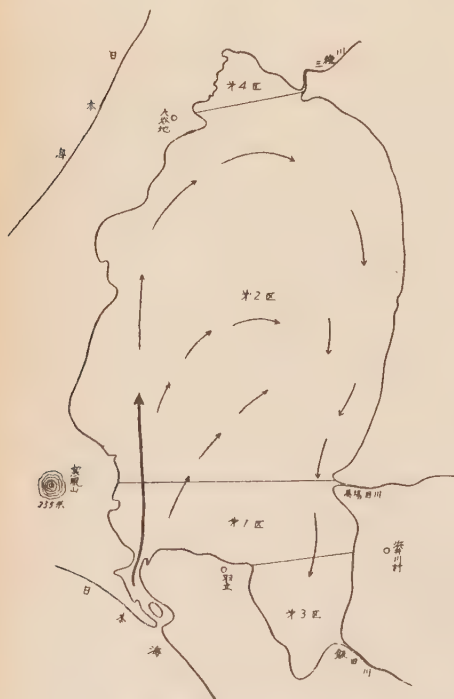
過去の資料による八郎潟の海洋学的性情

八郎潟に注ぐ河川はいずれも小さく、幅 数m の小川にすぎなく、その数も少い。従つて雨期といえども河川からの流入水によつて湖面の水位が高まることはほとんどないと云われている。実際に見て廻つた結果からもこれは間違いないと思われる。又秋田県農林部の測量結果によるも、湖面と日本海とでは水位の差はほとんど認められないと云う。日本海の潮差の小なることと相まつて、船越水道による淡鹹両水の出入は極めて小さく、湖面の上昇下降にさしたる影響を与えないと思えない。ことに日本海との唯一の連絡路たる船越水道の実際のミオスジは深さ 3～5 m の部は僅かに 100 m たらずの幅しかないのである。淡鹹両水の出入混合を決定する最大要因は、風による吹送流と云われている。すなわち南寄りの風の卓越する夏期に湖内への海水の流入が見られ、北寄りの風となる秋期には逆にもつぱら湖水が日本海へ流出して行く。

過去 2 回の観測 (秋田水試, 1916, 1936) によると八郎湖は水深小なるため水温はほとんど外気温と平行して変化し、上層・下層の水温差も 1°C 内外にすぎない。すなわち夏期は上層高温、冬期(11月下旬以降)は下層高温である。5 月初旬～10月下旬は 10～30°C, 12月下旬には湖面全く氷結し、2 月に入ると氷下水層の水温は 0.5°C となり、年間の max. は8月下旬30°C, min. は2月中旬で 0.5°C である。そして、氷結期を除きほとんど常に気温>水温である。

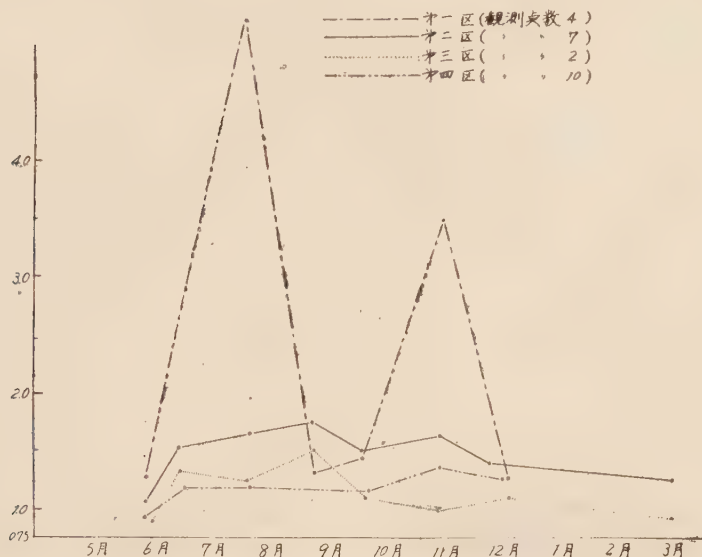
昭和11年刊の調査報告 (秋田水試) によれば、外海水は湖西岸に沿つて主として北上し、湖の東岸沿いに南下する一環流を形成するが、これはもち論風向・風力の如何に大いに影響される (第6図)。すなわち5月北西風の卓越する時期には海水の流入少く、逆に湖の東岸沿いに南下する湖流が強化され、全部淡水化され、ために本湖には養殖業等は全然成り立たない。しかし6月に入り南西風卓越の時期になると、外海水の侵入著しく、湖北にまで及ぶ。

これを4地区に分けた湖水の塩素量周年変化を見ると (第7図)、船越水道に近い第1区において変化も



第6図 湖内の一つの流れ

著しく第2, 第3, 第4地区は大体同値を示し, かつ年変化も非常に小さい。



第7図 各区に於ける塩素量周年変化

聞き取り調査についての考察

以上八郎湖漁業関係者の記憶に基く聞き取り調査の結果から以下のことが考察される。

昭和25年夏期における八郎湖のプランクトン, 魚類その他の異常現象は恐らく裏日本海一帯を襲ったかんばつにその根本原因が求められるであろう。少くとも一つの大きな原因であろう。事実宮津測候所(京都府)の記録によるも7, 8両月の全降水量は 107.0 ml で, 平年比 -245.3 ml で平年値の殆ど以下である。これは明治34年(1901年)以来の最低記録である。七尾湾(能登半島)では湾奥において9月初め著しい浮魚現象(主としてイシモチ *Sciaena schlegeli*)が見られたし, 能登地方はかんばつ(7月以降9月3日の Jane 台風まで全く降水がなかった)による稲作の被害が大きかった。

一方日本海の水温も平年比 $1 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 高目に経過し, 隠岐島方面, 能登東岸, 七尾湾, 佐渡近海では, 水クラゲ *Aurelia aurita* の異常豊産が見られた。例えば新潟水試が佐渡近海での海洋観測の折は, 採水器やワイヤーにべつとりと水クラゲが附着して上つて来たほどであつた。恐らく昭和25年夏期は日本海全体にわたつてクラゲ類の異常繁殖が起つたものと考えられる。とにかく種類は異なるにしても八郎湖と軌を一つにしてクラゲ類の大繁殖が起つている。そしてこれらを通ずる共通の天然現象はかんばつの連続・海水の異常高温ということである。

かん天続きに基く高水温の持続及び流入陸水(湖周辺の水田等からの)の減少, 八郎湖自体の水位低下(漁師の言によれば日頃, 船で通れる所が通れなくなつた)が引き起されると共に, この夏同地方の卓越風は SSE ないし SE の約 4m/sec. の風であつたことと考え合わせると, 異常に多量の海水が, しかも急激に湖内に侵入したであろうことが推察される。侵入勢力が強かつたために, 平年には及びもつかぬ湖北部にまでも, 外海水の影響が及んだ。そしてその高比重のために中層以下に居座つて安定成層となつている所へ(船越水道の幅は 300 m 位であるが, 中央部の約 100 m が3

～5 m 深である外は一般に $\frac{1}{3}$ ～ $\frac{1}{2}$ m 深である。そして同水道と八郎湖の連結部は水深僅かに $\frac{1}{3}$ m 内外で、ちょうど水中の ridge を形成している), 連日の高気温, 無降水のためますます垂直安定度を増した。このため湖底の淡水性藻を枯死せしめ, かつ有機質の沈積・分解作用を早めて, まず水質汚濁の因をなしたものと推察される。高鹹の外海水の急激なる大量侵入, その居座り, 高水温, 水質汚濁 (聞きとり調査によれば底土の土質の堅い地区よりも, 泥土地盤すなわち水藻繁殖地区の方が斃死のてい度が大であつた), 水藻枯死による棲息場所のかい減等が第二次的に有用魚介類の異常斃死をもたらしたものであろう。外海水の侵入が急激であつたろう事は, 汽水性の カワガレイを始め, 多くの狭塩性水産生物が急激に一兩日の間に急に獲れなくなつたり, 枯死したりしたこと, 又急にその死体が数多く見られ出したこと, 逆に外海から入湖して来るセイゴが非常な豊漁であつたこと等から推察されるのである。例えば昭和25年, 26年, 27年と度々の現地調査によれば, 船越水道近くの堀割のような所にコイ, フナ等の淡水性魚族が泳いでいる。しかし, これらの魚族がよく鼻上げ現象のように, 水面近くであつぷあつぷしているのがよく見られるし, 又酔つぱらつたようになつて泳いでいたり, 横転して苦しうにばたばたして泳いでいるのである。附近の子供はタモやバケツでこれらをすくいあげたりしている。そしてかかる現象の見られるのは, 常に夏期に限られ, 又必ず外海水の湖内への流入の強勢な時に限られている。すなわちこの小規模な異常斃死現象は毎年起つていたのである。昭和25年のような異常斃死現象はこの大規模なものにすぎないと考えられる。従つて流入し来る高鹹の外海水の強勢の度合を知ることが重要であるが, これらの海洋学的調査結果については次回に発表したい。要するに昭和25年夏期のかんばつが, 異常斃死現象の最大原因と考えられるのである。これに対しては次の事柄も一つの証明となるであろう。

すなわち「9月2～4日の Jane 台風に因る暴風雨〔最大風速 SSW 22.4m/sec. (9月4日) 最大降水量 42.0 ml (9月2日)〕以後は魚介類の斃死は見受けられなくなつている。(ただしクラゲの繁殖は10月5日まで続き, セイゴを除く不漁は以後ずっと続いた)」

終りに臨み現地調査に多大の便宜及び御協力を与えられた秋田県佐藤水産課長, 楠本技師, 貝塚技師, 同水産試験場水野場長, 同漁撈主任加藤技師, 漁業協同組合, 及び日水研開発部員宮田和夫技官に深甚の謝意を表します

摘 要

1) 昭和25年夏期における八郎湖水族異常斃死現象についての, 聞き取り調査をとりまとめ, 同期における気象条件との関係を吟味した。

2) 聞き取り調査及び現地調査の結果からかんばつに基く, 高鹹外海水の急激な強勢流入が異常斃死現象の原因であるとの結論に導かれた。

3) 又小規模ながらかかる斃死現象は夏期において常日頃起つてい現象である。

4) 昭和26～27年にわたつて行つた海洋学的調査結果については第2報として発表する。

文 献

- 1) 秋田県水産試験場: ('16) 秋田県八郎湖水面利用調査報告
- 2) 秋田県水産試験場: ('36) 八郎湖水産基本調査書
- 3) 片岡太刀三: ('52) 八郎潟の魚類の生態, 理科研究委員会編 科学教育ニユース No. 22
- 4) 八郎潟海区漁業調整委員会: ('53) 八郎潟漁業の実態調査

富山湾におけるブリ漁況について

永田 俊一

On the fishing conditions of yellow tail, *Seriola quinqueradiata*
 TEMMINCK et SCHLEGEL in Toyama Bay.

Shun-ichi NAGATA

緒 言

日本海における冬ブリの漁場は佐渡ヶ島両津湾、富山湾、若狭湾、山口県沿岸の4カ所に大別できるが、中でも富山湾は最も好漁場と言われている。筆者は同湾におけるブリ漁況の変化について考察を加える為に好漁であつた1951年度、不漁であつた52年度の湾内各定置網漁場の日々漁獲高をとりまとめ、その結果を低気圧の通過状況並びに海況の変化と比較した結果、2, 3の知見を得たのでここに報告する。尙本研究を行うに当つて、気象資料の蒐集に御尽力下された小川、伊藤両技官、第2旭丸網船長、又日々漁獲高資料の送付に御協力下された定置網漁場の各位、ならびに石川県水産試験場の中谷技師に厚く感謝する次第である。

漁 況

富山湾における冬ブリの漁期は大体11月から翌年の1月迄で、11月下旬から1月上旬迄が盛漁期である。漁況報告をうけた漁場は第1図の如くであるが、便宜上富山県側をⅠ地区、石川県佐々波、岸端野崎の3漁場をⅡ地区、波並、藤波、宇出津、小浦の4漁場をⅢ地区とする。今報告をうけた各漁場の中からⅠ地区より大神楽、鈴島、水見前網、Ⅱ地区より佐々波、岸端、Ⅲ地区より藤波、宇出津の各漁場を選び、1951年度と52年度の日々漁獲高の対数値をとつて、柱状グラフで第2図に示すと、大体下記の期間にそれぞれ漁獲の山が現われている。

1951年度

11月28日—12月3日

12月18日—12月24日



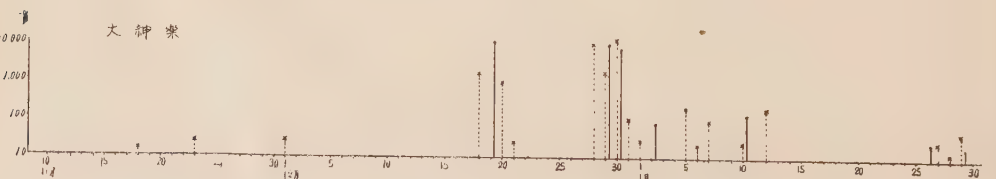
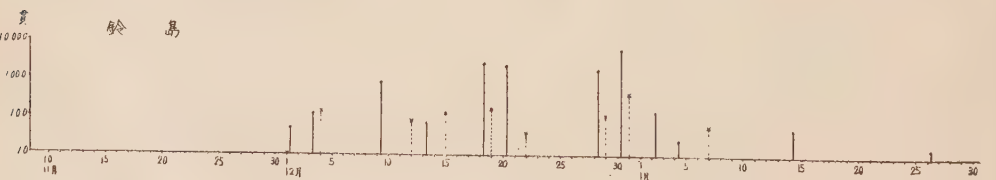
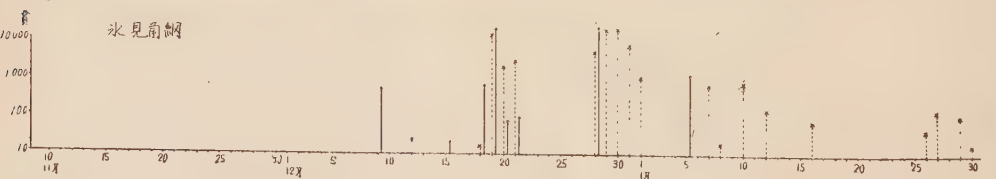
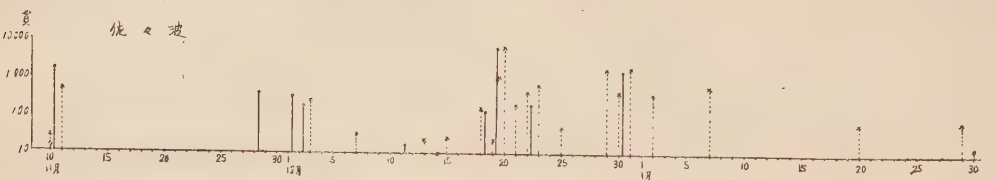
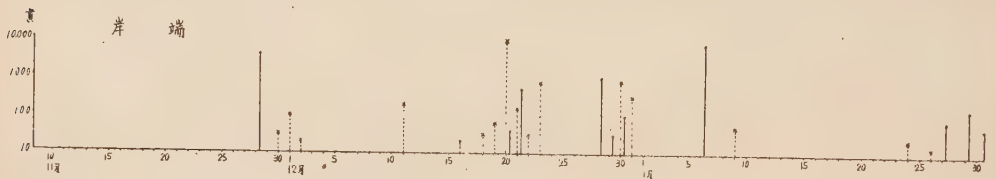
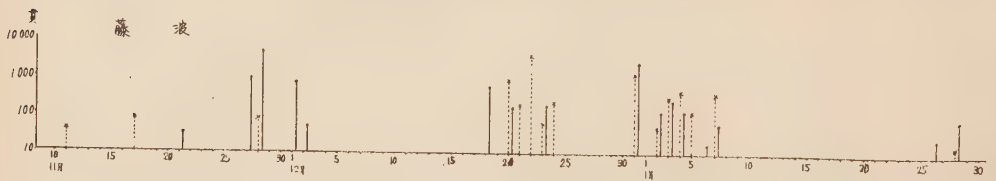
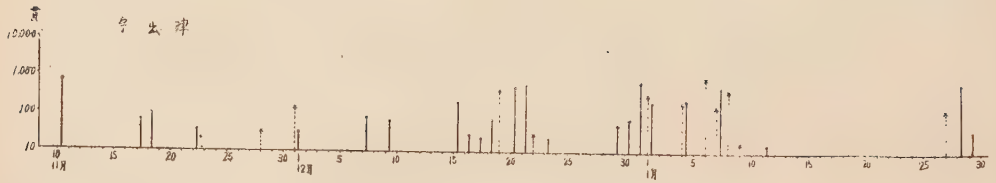
第1図 富山湾漁場図

12月28日—1月4日

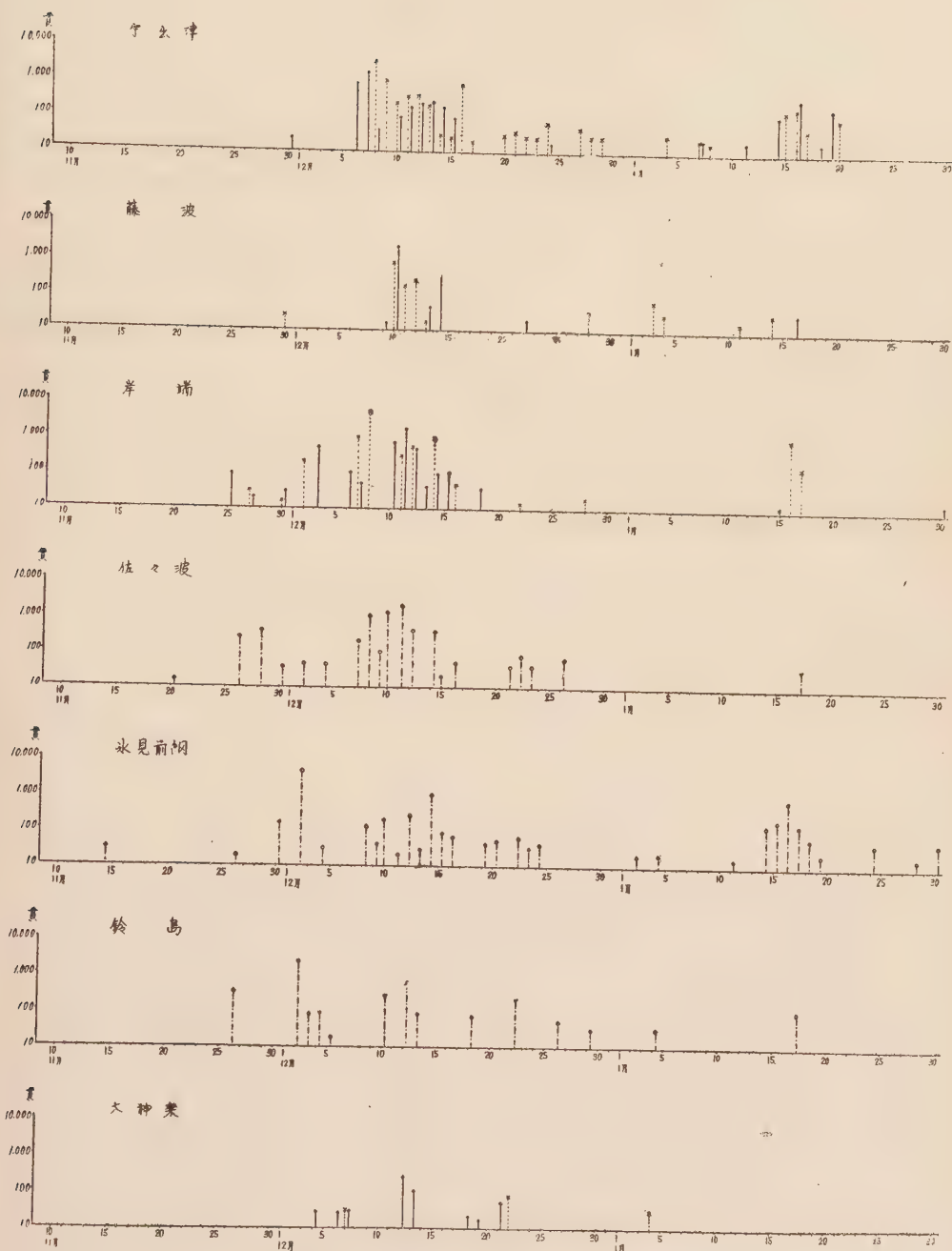
1月5日—1月8日

1月27日—1月30日

1951年度



1952年度



第2図 ブリ漁期間における各漁場の日々漁獲高

× 朝網
 • 夕網
 ○ 朝網と夕網

1952年度

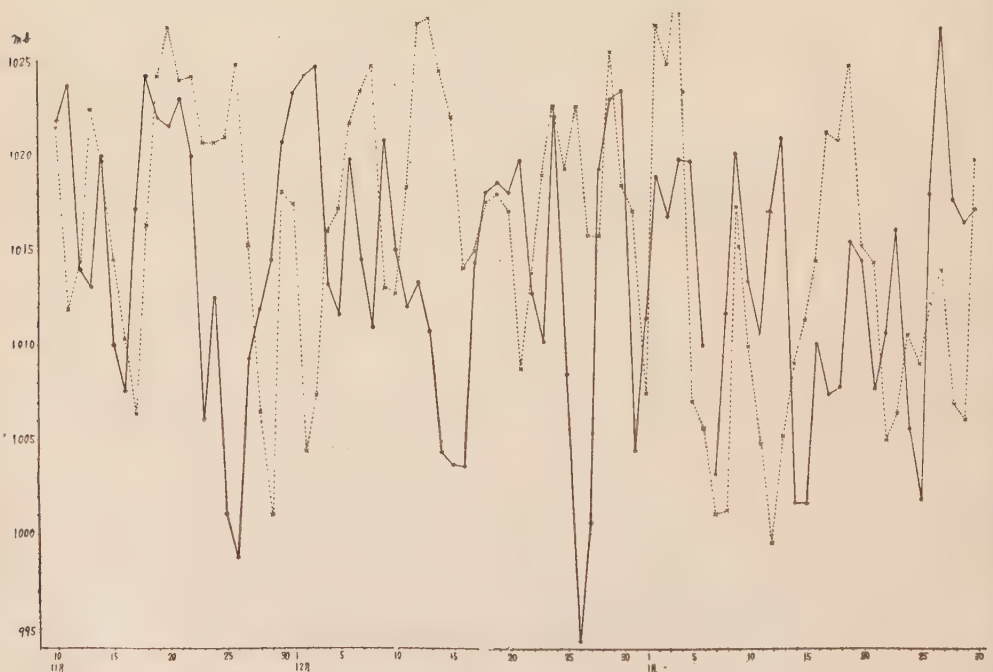
12月2日—12月4日

12月6日—12月14日

1月14日—1月17日

即ち1951年度の富山湾冬ブリ漁況には5つの漁獲の山が見られるが、11月10日、12月10日前後にも部分的な入網が認められる。今最初の山を第1群とし以下順を追うて第2、第3、第4、第5群とすると、第1群の場合は主としてⅡ、Ⅲ地区に入網し、Ⅰ地区の鈴島、大神楽漁場等には12月に入ってから僅に入網したに過ぎない。第2群、第3群は全群を通じて最も漁獲が多く、漁獲期間もⅠ地区よりⅢ地区へ行くに従つて順次おこなわれている傾向が見られる。第4群は、第2、第3群にくらべると漁獲はやや劣るが、第5群は更に減少してこの年の漁期は終つてゐる。一方1952年度には3つの大きな漁獲の山が見られるがその他にも12月20日から23日頃にかけて小さな山が認められる。第1群の入網量とその地区は前年と反対にⅠ地区に多く、Ⅱ、Ⅲ地区に少なかつた。第2群は3群中最も漁獲が多く比較的Ⅰ地区よりⅡ、Ⅲ地区がよかつた。第3群になると漁獲も減少し、終漁の徴候を示している以上を総合してみると1951年度の第1群はⅡ、Ⅲ地区に主として入網し、第2、第3、第4群が漁獲の主体をなして第5群で終漁となつてゐるが、52年度では第1群は前年度と反対にⅠ地区に主として入網し、第2群が主体となり、第3群で終漁となつてゐる。そして51年度の第2、第3、第4群にかへはⅠ地区とⅢ地区との間にかなり明瞭な漁獲期間のズレがみられる。

漁況と低気圧並に海況との関係



第3図 1951年度、52年度のブリ漁期間における最低気圧示度（輪島）

—線 1951年度
線 1952年度

第1表 1951年度、52年度の各群における低気圧の通過状況と海況の変化

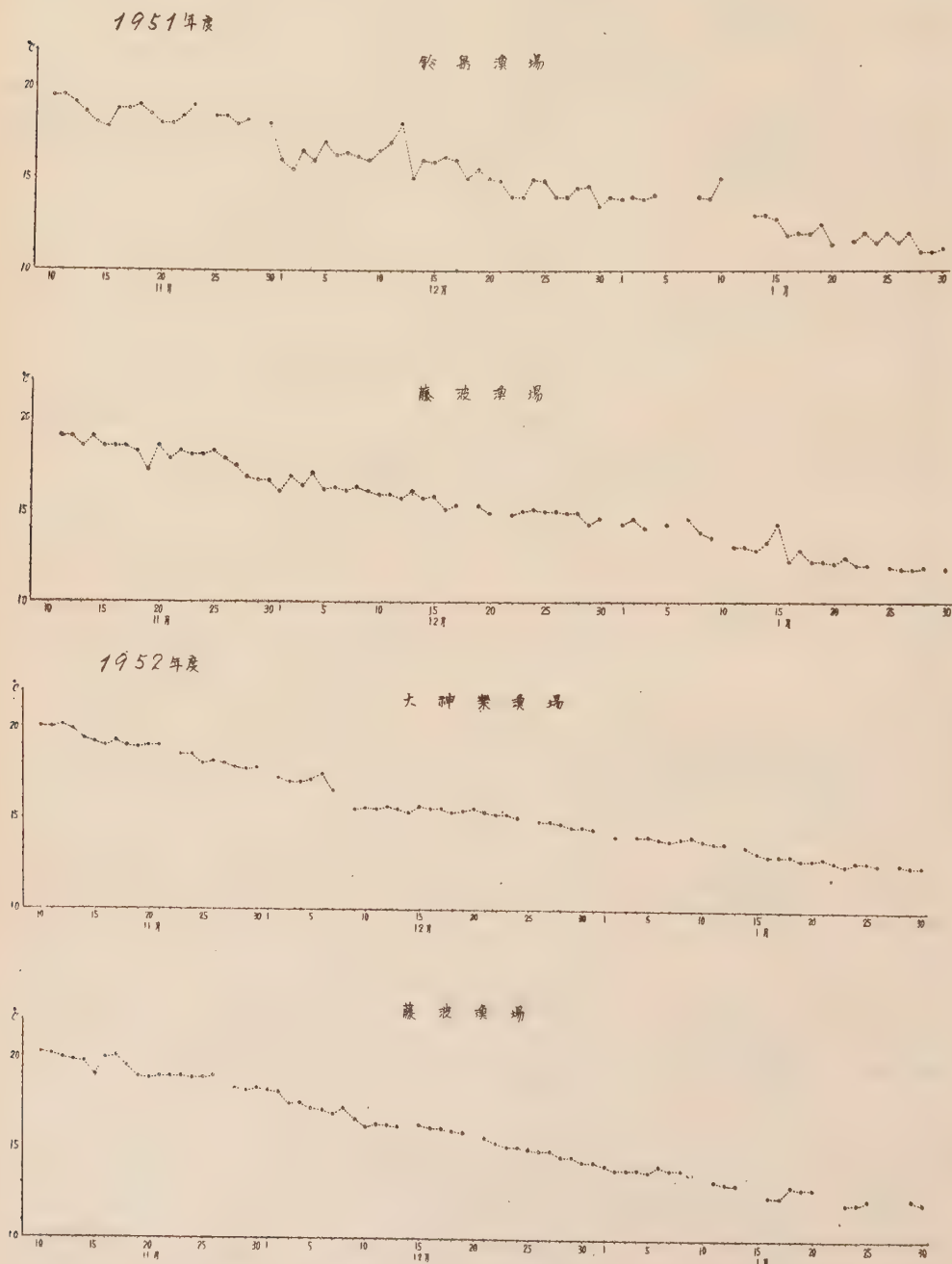
1951年度

漁獲期間	低気圧並に不連続線に於ける能登半島附近の通過状況	輪島に於ける最低度	漁場	漁獲期間の表面水温	水温急降期間	水温急降度	備考
月日 月日 11.28.—12. 3. (第1群)	11月26日に低気圧通過す	998.8mb	鈴島	15.5°C—18.0°C	月日 月日 11.30.—12. 1.	2.0°C	29日欠測
			藤波	16.0°C—17.4°C	11.25.—11.29.	1.7°C	
12.18.—12.24. (第2群)	12月14日から16日にかけて数本の不連続線通過す	1003.6	鈴島	14.4°C—15.6°C	12.17.—12.18.	1.0°C	12月12日から13日にかけて3°Cの水温急降あり
			藤波	14.8°C—15.2°C	12.15.—12.16.	0.6°C	18日欠測
12.28.— 1. 4. (第3群)	12月26日に低気圧通過す	994.4	鈴島	14.0°C—14.5°C	12.25.—12.26. 12.29.—12.30.	0.8°C 1.0°C	
			藤波	14.0°C—14.8°C	12.28.—12.29. 1. 2.— 1. 3.	0.6°C 0.5°C	31日欠測
1. 5.— 1. 8. (第4群)	1月7日午前中に低気圧通過す	1003.1	鈴島	14.0°C			5日, 6日, 7日欠測
			藤波	13.7°C—14.5°C	1. 7.— 1. 8.	0.8°C	6日欠測
1.27.— 1.30. (第5群)	1月25日に不連続線通過す	1001.8	鈴島	11.0°C—11.9°C	1.27.— 1.28.	0.9°C	
			藤波	11.1°C—11.9°C			29日欠測

1952年度

漁獲期間	低気圧並に不連続線に於ける能登半島附近の通過状況	輪島に於ける最低度	漁場	漁獲期間の表面水温	水温急降期間	水温急降度	備考
月日 月日 12. 2.—12. 4. (第1群)	若狭湾に低気圧発生急激に発達して12月2日に通過す	1004mb	大神楽	17.0°C—17.2°C	月日 月日 11.30.—12. 2.	0.9°C	12月1日欠測
			藤波	17.4°C—18.0°C	12. 2.—12. 3.	0.6°C	
12. 6.—12.14. (第2群)	12月6日に能登沖を不連続線通過し低気圧発生	1017.2	大神楽	15.2°C—17.4°C	12. 6.—12. 9.	1.9°C	12月8日欠測
			藤波	16.1°C—17.1°C	12. 8.—12.10.	1.0°C	
1.14.— 1.17. (第3群)	1月12日低気圧通過す	999.6	大神楽	12.9°C—13.5°C	12.14.—12.16.	0.6°C	
			藤波	12.5°C			13日より急降の傾向にあるが14日, 15日欠測で不明

ブリ海況と気象との関係について宇田は長崎県五島列島西村漁場において、ブリ漁況は低気圧が通過する1日半前及び2日後に漁獲の山が、半日後に谷が現れると報じ、木村は相模湾のブリ漁況と海況について冬ブリ漁況と海況について冬ブリは水温 14°C から 16°C の時に漁獲が多く、 13°C 以下では殆んど漁獲されないと述べ、ブリ漁況は沖合水によつてもたらされる冬期及び春期の大急潮に大いに影響されることを発表している。更に佐々木は富山湾の冬ブリは北西風が連吹し、寒威酷烈な



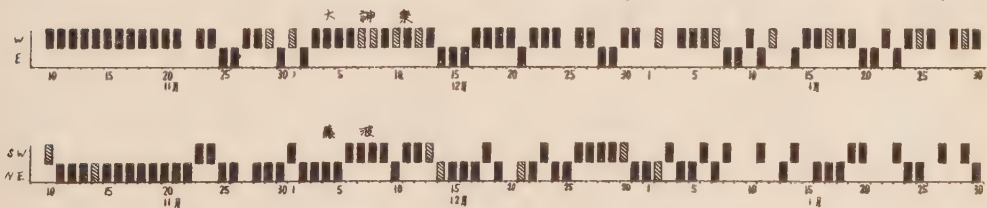
第4図 ブリ漁期間における水温変化 (1951年度, 1952年度)

時に漁獲がある事を述べている。今1951年度と52年度のブリ漁期間に輪島測候所で観測した両年の最低気圧を第3図、51年度の鈴島、藤波、52年度の*大神楽、藤波両漁場の表面水温を第4図、潮流を第5図に示した。これによつて両年の漁獲の山と能登半島附近の低気圧通過状況、ならびに漁場の水温との関係を取りまとめると第1表の如くである。即ち1951年度においては第4群は低気圧の通過前に漁獲があつたが他は全群とも低気圧が不連続線が能登半島附近を通過後2日目に主な入網が見られ、52年度も漁獲の始つた日か或はその2日前に低気圧の通過が必ず認められる。即ち両年とも漁獲の各山と低気圧あるいは不連続線の通過との間には密接な関係がみられ、漁獲は低気圧の通過後2日目に多くあつて大体宇田の説と一致する。一方海況方面からみると両年とも大体表面水温 13°C 以上 18°C 迄に主な漁獲があり、とくに 14°C から 16.5°C の範囲に好漁がみられる。そして 13°C 以下又は 18°C 以上になると大きな漁獲は見られずこの現象は1951年度に於ける第5群の僅かな入網、又両年とも第1群が 18°C 以下の場合にまとまつた漁獲があつた事等に顕著に現れている。更に低気圧の通過する前後から漁獲期のはじめにかけて両年とも水温の急降が認められ、その場合水温の急降は1日だけで終る場合もあるが、2,3日続く時もある。この様な現象は低気圧あるいは不連続線の通過により湾内に冷水の性質をおびた流動が起り、その結果表面水温が急降するものと思われる。更に第5図の潮流と各群との関係をみると、1951年度の鈴島漁場は各群ともほとんど西向流を示しているが、藤波漁場では第1、第2、第3群が北東流、第5群が南西流を示し、第4群は流向がまちまちである。52年度では大神楽漁場は前年度の鈴島漁場と同様各群とも殆んど西向流を示しているが、藤波漁場では第1、第3群は大体北東流、第2群は南西流を示している。この結果湾内を時

1951年度



1952年度



第5図 ブリ漁期間における潮流の変化 (1951年度、1952年度)

計廻りに流れる潮流の時に漁獲のある場合が多いと言うことができ、【地区の鈴島、大神楽漁場ではこの現象が明瞭に現われている。

以上の結果を総合して考えると富山湾のブリ群は表面水温が 13°C から 18°C までの範囲で、低

* 1950年度は鈴島漁場から水温の報告がなかつたので前年度欠測しているが、隣接している大神楽漁場の資料を使用す

気圧あるいは不連続線が通過して水温の急降が認められ、湾内を潮流が概して時計廻りに流れる時に漁獲があるように考えられる。即ち湾内に生ずる冷水の性質をおびた流動が、沿岸暖流を圧迫する影響如何によつて富山湾のブリ漁況は左右される様子で大体木村の説と一致する。しかして1952年度の漁況が香しくなかつたのは水温 14°C から 16.5°C の盛漁期間において12月6日にただ1回弱い不連続線が認められるのみで、その後、前年度のごとき優勢な低気圧の通過がなく、したがつて水温の急降も認められず、冷水による沿岸暖流の圧迫がなかつたことに原因していると思われる。又1951年度の第1群がⅡ, Ⅲ地区に主な漁獲があり、52年度の第1群がⅠ地区に主な入網が見られたのも51年度においては11月28日ごろⅠ地区は 18°C 以上を示し、52年度ではⅢ地区が12月2日迄 18°C 以上を示し、ともに水温がやや高く、冷水の冷影が弱かつたためと考えられる。

摘 要

1951年度と52年度の富山湾における冬ブリ日々漁獲高をとりまとめ、その漁況と気象、海況との関係を明らかにし、52年度の不漁の1原因について考察を加えた。

1 1951年度の富山湾冬ブリ漁況には5回漁獲の山が見られ、52年度では3回認められる。しかし51年度の第1群は石川県方面に主として漁獲があつたが、52年度は富山県側で大部分の漁獲を占め、石川県側は少なかつた。

2 富山湾のブリ群は水温 13°C から 18°C までの範囲で、低気圧あるいは不連続線が能登半島附近を通過後大体2日目までにまとまつた漁獲がみられ、その漁況は湾内に生じる冷水の性質をおびた流動が沿岸暖流を圧迫する影響如何によつて左右される。

3 1952年度の不漁の1原因は水温 14°C から 16.5°C の盛漁期のはじめに、ただ1回弱い不連続線が能登半島附近を通過したのみで前年度のごとき強い低気圧の通過が見られず、したがつて湾内に冷水の性質をおびた流動が起らず、沿岸暖流が岸近く圧迫されなかつたためと思われる。

文 献

- 1) 宇田道隆 ('28) 漁業と気象の関係について1考察。定置漁業会 No. 3
- 2) 木村喜之助 ('40) 相模湾の海況とブリ漁況。水産試験場報告 No. 10
- 3) 佐々木三治 ('35) 富山湾に於ける鰺及鰺漁業について。日本定置網漁業研究会 鰺の研究

魚肉蛋白質に関する物理化学的研究〔I〕*

魚肉蛋白の死後における沈澱蛋白量の変化について

大 竹 茂 夫・山 本 常 治

Physico-chemical Study on Fish Muscle Proteins (I)

On the post-mortem change of precipitable protein amounts of fish muscle.

Shigeo OTAKE and Jyoji YAMAMOTO

緒 言

魚類の死後の化学的变化に就ての最近の研究において、山田¹⁾は漁獲後早期の変化を生化学的に研究し、その結果死後比較的短時間に乳酸量及び燐酸量の変化をおこしていることを観察している。蛋白質の変化については例えば清水²⁾は鮮度が低下するとある一群の蛋白質が変性するといひ、天野³⁾は昇汞沈澱反応と鮮度との関係を論じた研究のうちで、魚肉の死後の変化が蛋白の構造的変化を起していることを述べている。

又抽出全窒素量が死後の時間的経過と共に変化し、その経過中ある時間後にその量が減少し、魚肉蛋白質が一時不溶性となるような現象が見られ、清水⁴⁾はこれを魚肉中に保有されている自家消化酵素の作用であると説明し、平野⁵⁾は物理化学的現象として液底体の理論より説明し、天野³⁾は魚肉溶液がわずかにアルカリ性側に変ること及び魚肉中に存在する塩類の溶出による作用であるとしている。

水産物の特質はその鮮度の急激な低下であり、この原因のために他の食品工業における立場と甚しく趣を異にしているが、今後この特質を如何に考慮に入れて取扱つてゆくかは先づ魚肉蛋白の死後早期変化を知ることにあると考えられる。こうした理由から前記の諸氏の研究を発展せしめる必要を感じこの研究に着手した。

魚肉の死後の可溶性全窒素量の溶解量の変化が如何なる原因によるものであるかを予測するために、窒素量及びこの窒素量中大部分を占めている蛋白沈澱剤による沈澱窒素量の変化を観察した。

実 験

蛋白沈澱剤としてはタンニン酸（1%水溶液）、三塩素醋酸（10%水溶液）、水酸化銅（20mg./cc.）及びピクリン酸（1%水溶液）を用いた。試料は精肉をチョツパーにかけ次でうらこしして綿栓した瓶中に 20°C で保存し、必要の都度一定量を取り pH 1.8 の緩衝液を加えて抽出し遠心分離を5分

行つた後更に東洋濾紙製 5 A にて濾過したものを用ひた。pH 1.8 の緩衝液を用ひた理由は予備実験の結果 pH 1.6~1.8 抽出の場合がもつとも抽出される窒素量が多かつたこと、従つて 魚肉蛋白の大部分が溶出されると考えたためである。此の程度の pH では蛋白は変性しない⁴⁾と考えられる点もあるが、又 Finn⁸⁾等の考えるように pH の変化と蛋白の変性が問題となることは一般であるからこれも考慮せねばならないが、ここでは終始条件を同一にすることによつて此の変性についての考慮を一応除外した。

沈澱剤添加量と沈澱窒素量との関係を見るためカレイ肉及びイカ肉について実験した結果を第 1 表に示す。この結果からは試料の含有窒素濃度に関係なく、試料の 10cc. に対して沈澱剤の容積が 10~20cc. の間で稍々一定値となるようである。但し沈澱剤の種類によつて沈澱窒素量に差はある⁷⁾。いづれにしても 10cc. の試料に 10cc. の沈澱剤を加えることは妥当のようであるのでこれに従つた。

Table 1. Relations between the volume of precipitant and the amount of precipitated nitrogen (mg./10cc.)

a. *Limanda thymemsteini* (Precipitant: 10% trichloroacetic acid, sample 10cc.)

Volume of precipitant, cc. N in of sample (mg./10cc.)	0.5c.c.	4.0c.c.	3.0c.c.	5.0c.c.	10.0c.c.	20.0c.c.
6.33	0.81	4.87	4.90	4.99	5.15	5.15
1.30	0.34	0.88	1.08	1.08	1.09	1.11

b. Cuttle fish meat

For 10c.c. of sample Precipitants	1.0c.c.	5.0c.c.	10.0c.c.	25c.c.	50c.c.	100c.c.
Tannic acid (1%)	1.53	1.40	1.75	1.66	1.88	
Picric acid (1%)	0.75	0.92	1.25	1.24	1.93	1.25
Trichloroacetic acid (10%)	0.60	0.52	1.28	1.15	1.67	1.12
Cu-hydroxide	1.01	1.33				

可溶性全窒素に対する沈澱窒素量の変化は百分率で表はし、第 2 表~第 4 表及び第 1 図~第 3 図にこれを示した。第 2 表第 1 図はマトウダイ、第 3 表第 2 図はホシサメ、第 4 表第 3 図はコイについての結果である。マトウダイ、ホシサメ共に香住町に於て地曳網で捕獲したものである。

Table 2. The change in the ratio between extracted total nitrogen and precipitated nitrogen in "*Zeus japonicus*"

Time (hrs.)		4	10	20	25	45
Soluble total N	mg./100g. meat	1234	1050	1040	960	974
P. p. t. N by picric acid	{ mg./100g. meat P.p.t.N/sol. N %	984 79.60	874 83.31	737 70.52	840 87.51	742 74.78
P. p. t. N by tannic acid	{ mg./100g. meat P.p.t.N/sol. N %	802 64.97	770 73.39	650 62.43	686 71.50	630 64.87
P. p. t. N by trichloroacetic acid	{ mg./100g. meat P.p.t.N/sol. N %	608 49.22	624 59.35	536 51.43	626 65.26	578 59.36
P. p. t. N by Cu-hydroxide	{ mg./100g. meat P.p.t.N/sol. N %	862 69.75	822 78.34	674 64.81	758 78.94	

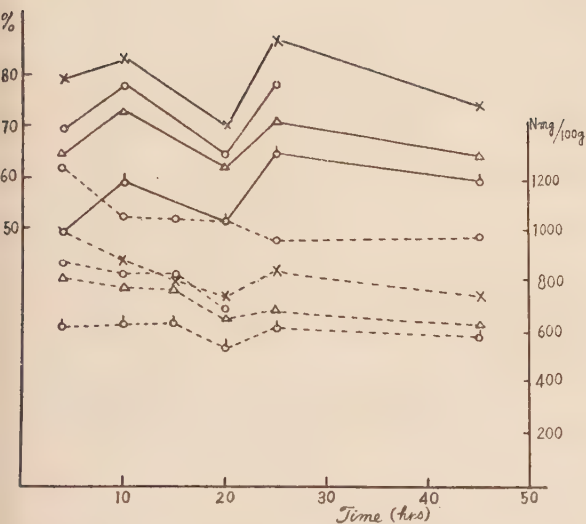


Fig. 1. Change of the ratio between extracted total nitrogen and precipitated nitrogen (%) in "Zeus japonicus".

—x— for picric acid
 —o— // Cu-hydroxide
 —Δ— // tannic acid
 —δ— // trichloroacetic acid
●..... change in total nitrogen
x..... P.p.t. nitrogen by picric acid
o..... // Cu-hydroxide
Δ..... // tannic acid
δ..... // trichloroacetic acid

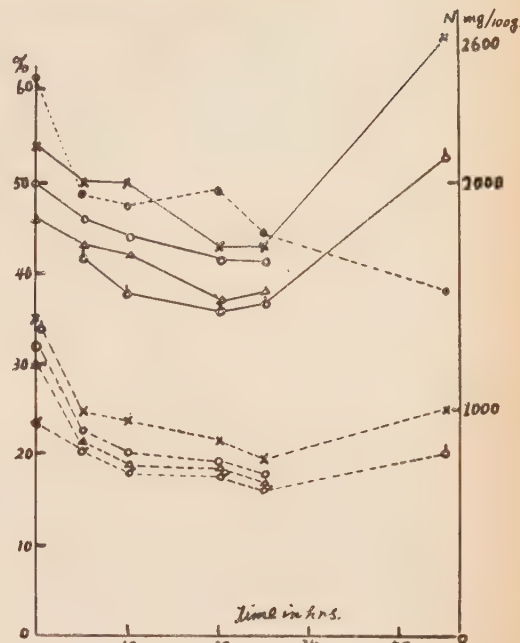


Fig. 2. Change of the ratio between extracted total nitrogen and precipitated nitrogen "Mustelus manazo".

—x— ratio for picric acid
 —o— // // Cu-hydroxide
 —Δ— // // tannic acid
 —δ— // // trichloroacetic acid
●..... Change of total nitrogen
x..... // P.p.t. N. by picric acid
o..... // // Cu-hydroxide
Δ..... // // tannic acid
δ..... // // trichloroacetic acid

Table 3. Change in amount of extracted nitrogen, precipitated nitrogen and ratio between P.p.t.N and extd.N of "Mustelus manazo".

Time (hrs.)		0	5	10	20	25	45
Precipitants							
Extracted total N	mg./100g. meat	2438	1950	1886	1970	1782	1530
P.p.t. N by picric acid	mg./100g. meat	1394	980	946	857	766	1010
	P.p.t.N/sol. N×100	54.95	50.25	50.12	43.33	42.92	66.07
P.p.t. N by tannic acid	mg./100g. meat	1186	848	750	732	678	
	P.p.t.N/sol. N×100	46.75	43.46	39.80	37.19	37.99	
P.p.t. N by trichloroacetic acid	mg./100g. meat	926	818	728	716	658	816
	P.p.t.N/sol. N×100	36.52	41.94	38.57	36.29	36.93	53.31
P.p.t. N by Cu-hydroxide	mg./100g. meat	1282	900	812	774	708	
	P.p.t.N/sol. N×100	50.50	46.15	43.10	40.34	39.71	

Table 4. Change in chemical properties of carp meat after death.

Time (hrs.)	Total N. mg./g.	Moist. %	Crude fat %	Volatile N. mg./100g.	*Extracting solution	pH of extracted solution
3	30.17	78.90	0.84	13.4	A	2.15
					B	1.72
					C	11.49
9.5	31.29	77.91	0.58	12.2	A	2.20
					B	1.62
					C	11.58
15.5	32.13	—	—	—	A	2.13
					B	1.56
					C	11.33
27	32.27	77.99	0.60	12.5	A	2.11
					B	1.56
					C	10.97
40	34.30	77.25	0.25	—	A	2.19
					B	1.59
					C	11.38

Time (hrs.)	total N. Extd. mg./g.	P.p.tN. mg./g.	Extd. N/total N.	P.p.t. N/total N.	P.p.t. N/Extd. N.
3	24.8	18.8	82.2	62.3	75.8
	25.4	21.5	84.2	71.3	84.6
	27.2	23.0	90.1	76.2	84.6
9.5	24.8	18.1	79.3	57.8	73.0
	25.8	18.8	82.4	60.1	79.2
	28.3	—	90.4	—	—
15.5	23.8	17.8	74.1	55.4	74.8
	24.4	19.6	75.9	61.0	80.3
	27.4	18.6	85.3	57.9	69.9
27	22.8	19.4	70.6	60.1	85.1
	23.1	19.8	71.6	61.3	85.7
	22.8	19.8	70.6	61.4	86.8
40	21.7	17.2	63.3	50.1	79.3
	21.9	—	63.8	—	—
	28.2	—	84.0	—	—

* A; extracted by a buffer solution of pH 1.8, B; 0.05 N HCl, C; 0.05 N; NaOH

結 果 及 び 考 察

第1図～第3図より明になることは、魚肉を死後20°Cに保存すると死後15～40時間の間に可溶性窒素量の変化がおこる。沈澱剤による沈澱窒素量も抽出窒素量の変化と大凡同様の傾向を示して変化する。所が可溶性全窒素に対する沈澱窒素の比率は常に一定とはならず、死後10時間乃至は20時間附近で極少を示している。

第2表以下で見られるように沈澱窒素は可溶性全窒素中の50%以上を占めているが故に、この沈澱窒素量の減少することは全可溶性部分の溶解量の減少に可成大きく影響すると考えることが出来る。尙又第4表に示せる如く揮発性塩基窒素量は30mg./100g.以下であるから、この比率の極少を示す附近では腐敗がおこっているとは考えられない。従つて死直後から時間と共に沈澱窒素量が減少する変化は腐敗に原因を求めることが出来ないように考えられる。

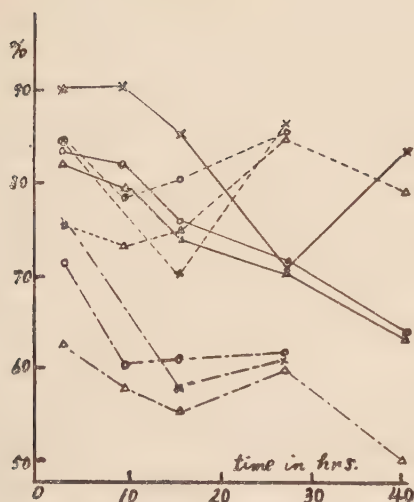


Fig. 3. The change in the ratios of extracted nitrogen/total nitrogen, precipitated nitrogen/total nitrogen and precipitated nitrogen/extracted nitrogen.

sol. N./total N.

—△— extracted by buff. sol., pH 1.8
 —○— " " 0.05 N HCl
 —×— " " 0.05 N NaOH

ppt. N./total N.

---△--- extracted by buff. sol., pH 1.8
 ---○--- " " 0.05 N HCl
 ---×--- " " 0.05 N NaOH

ppt. N./sol. N.

.....△..... extracted by buff. sol., pH 1.8
○..... " " 0.05 N HCl
×..... " " 0.05 N NaOH

そこで魚肉の溶解量の一旦減少する事実は蛋白沈澱剤によつて沈澱して来る窒素であると考えられる。沈澱剤による窒素物は主として蛋白質と見ることが出来る故、結局、初期鮮度の低下による魚肉の不溶性のあらはれを蛋白の構造的変化によるものと考え得るようである。

摘 要

- 1 魚肉を死後 20°C で保存する場合可溶性窒素及び蛋白沈澱剤による沈澱窒素は 15~40 時間の間に一旦減少する。
- 2 全可溶性窒素量に対する沈澱窒素量の比は 20°C で 15~20 時間で極少を示す。
- 3 可溶性全窒素量の溶解量が一旦減少する原因は蛋白の構造的変化によるものではないかと考えた。

本実験遂行にあたり多大の御便宜を計られ且つ御批判をいただいた、日本海区水産研究所利用部長野口栄三郎技官、実験結果の検討批判を賜つた東海区水産研究所理学博士右田正男技官並に松本重一郎技官諸氏の御好意に対し謝意を表す。

文 献

- 1) 山田・新聞： 日水誌 14, 23 ('48)
 山田・新聞・鈴木： 日水誌 14, 41 ('48)
 山田紀作： 日水誌 14, 44 ('48)

- 2) 清水 亘: 日水誌 16, 201 ('51)
- 3) 天野慶之: 東海区水産研究所研究報告 (I) ('50)
- 4) 清水 亘: 日水誌 12, 73, 165 (43)
- 5) 平野 弘: 日化 63, 345 ('52)
- 6) 伊沢正実: 化学の領域 3, (9号臨時増刊) 47 ('49)
- 7) 谷川英一: 水産製 3, 113 ('35)
- 8) D. B. FINN: Contrib. Can. Biol. Fish. 8, 313 ('34)

Synopsis

The post-mortem change of extractable total nitrogen, precipitable nitrogen and the ratio between the precipitated nitrogen and the total extracted nitrogen have been determined and discussed in relation to the structural change of muscle proteins.

Results obtained are as follows; In the course of post-mortem change, both the amounts of extractable nitrogen and precipitable nitrogen, and their ratio passed through minima in 15-40 hrs. at 20°C, respectively. As degradation of protein did not take place within the experimental conditions, it has been concluded that the change of extractability of fish muscle proteins seems to have some relation to the structural change,

魚肉蛋白質に関する物理化学的研究〔Ⅱ〕

魚肉蛋白の死後における電荷分布の変化について*

大 竹 茂 夫・尾 藤 方 通

Physico-chemical Study on Fish Muscle Proteins (II)

On the post-mortem change in the charge distribution of fish muscle proteins.

Shigeo OTAKE and Masamiti BITO

緒 言

前報¹⁾において著者の1人は魚の死後の抽出窒素量の変化が魚肉蛋白質の構造的変化によるものではないかと考えた。蛋白質が変性するとき SH 基又は S-S 基が増加又は変性することが知られているが²⁾、一般に蛋白質が変性すればそれに従つて遊離基の質又は量に変化をおこすものと考え、その結果として電荷の分布に変化をもたらすことも考えられる。そこで魚肉の抽出量変化を蛋白質の構造変化として考え得るかどうかを検討する一つの試みとして電荷分布の変化を観察しようとした。

電荷の測定法としては種々の方法が考えられるが、此の研究の企図する所の自然状態そのままを観察しようとする場合は、単に総括的な考察を下し得る程度の方法で足りる。この立場から寺山³⁾によるコロイド滴定法を利用することとした。

コロイド滴定法は今尚研究途上にあり、僅かに純粹高分子物質についてある程度の見透しがついた程度のものであるから、これを魚肉のような複雑な自然物についての適用は、基礎研究が確立された後でなければならない⁴⁾。それにも拘らず此の方法は極めて簡単であり、部分的に詳細な研究に入る前のいわば “Out look Survey” としては見のがせない Charge の問題を取り扱ひ得るものであるといふ理由から、現在方法論的に確立されていないが、極く大体の傾向を見るという目的で此の方法を採用した次第である。

実 験

試料は生きた魚の尾部を切断し10分間流血せしめた後、白味の肉を採りチョツパーにてひき、うらごしして瓶中に貯え、綿栓して恒温器 0°C, 20°C 又は 25°C 中におき、使用の都度そのうちから一定量を採取した。採取した肉を乳鉢にてすりつぶし、緩衝液を加えて 100cc. としたものを 1cc. とり滴定した。此の場合溶液は不均一系であるので、1cc. を採取する前の放置時間が問題となる。そこで採取されるべき上澄液が、どの位の時間放置されたならば均一系になるかを見るために実験した結果、乳鉢ですりつぶし緩衝液を加えよく振盪してから25分放置したものも、20分放置後遠心分離5分した

* 昭和25年11月水産学会西日本支部創立大会にて講演したものに実験を追加し修正を加えた。

ものも同一の滴定値を示したので、25分以上放置したものの上澄液を用ひればよいと考えた。

標準正及び負コロイドとしては夫々、キトザン塩酸塩又はマクラミン及びポリヴィニールアルコール硫酸加里を用ひた。これはマクラミンを除き寺山³⁾の方法で自製した。滴定法は魚肉を上記の如く処理した試料 1cc. に一定濃度のキトザン塩酸塩又はマクラミン溶液を加え、これをトルイジンブリーを指示薬としてポリヴィニールアルコール硫酸加里の一定濃度の溶液で滴定し、その滴定数を V_x とし、あらかじめキトザン塩酸塩又はマクラミンとポリヴィニールアルコール硫酸加里との滴定値 (V_0) をとつておき、両者の差より蛋白自身の滴定値 ($V_x - V_0$) を求める所謂間接滴定法を用ひた。此の際終点の決定に困難を來したが、滴定速度その他著色程度を一定にするように注意すれば熟練のうへ一定値を得ることが出来ることを確めた。然し個人的におそらく差を生ずるであろうと考えられる点疑問があるが、此の研究の目的では同一試料について実施するときは相対的な滴定値が得られると仮定してもよいと考え、実験中は条件を同一にして滴定することによつて終点をきめる方式をとつた。又 1g 当りの当量 (蛋白 1g が Colloid ion と結合する当量) は次の如く計算した³⁾。

$$P \times V \times 10^{-3} \times \frac{1}{C\% \times B \times 10^{-2}} = \text{当量/g.}$$

但し P…………ポリヴィニールアルコール硫酸加里の規定度
 V…………滴定値 (上述の $V_x - V_0$ に相当)
 C% ……検体中の窒素の百分率濃度
 B…………検体の使用された容積 (cc.)

緩衝液を用ひて魚肉を抽出しても抽出後の pH 値は、魚肉の緩衝能のために抽出前の pH を示さないと考えられるので、溶解後の pH 値を真空管電位差計法による硝子電極を用いてコイ肉について測定した。その結果は第 1 表に見られるが、等電点より酸性側では約 pH 0.3 アルカリ側に移動し pH 5 位ではあまり差はなく、それより上では pH 0.5 値位低くなつてゐる。此の実験では操作の都合上全試料について pH 値を測定することが出来なかつたので、一応緩衝液の pH 値を以て示した。

Table 1. The pH values of the meat solution extracted by buffer solution

Time after death (hrs.) pH of buff. sol.	7	21	35
1.0	1.30		
1.6	1.91	2.12	1.85
3.0	3.32		
5.6	5.60		
7.0	6.58		
9.0	8.35		
water	6.30	6.16	6.33

電荷分布の状況を知るために必要な要因として全窒素、抽出全窒素、及び蛋白沈澱剤による沈澱窒素量の三者を考えて、コロイド滴定を行つた同一試料についてこれ等を測定した。沈澱剤は三塩素醋酸の 10% 水溶液を用ひた。時間の原点は尾部切断のときを以て零時とした。

また結合当量を測定するには、魚肉が最大解離をする pH 又は最大溶出量を示す pH で行つた方

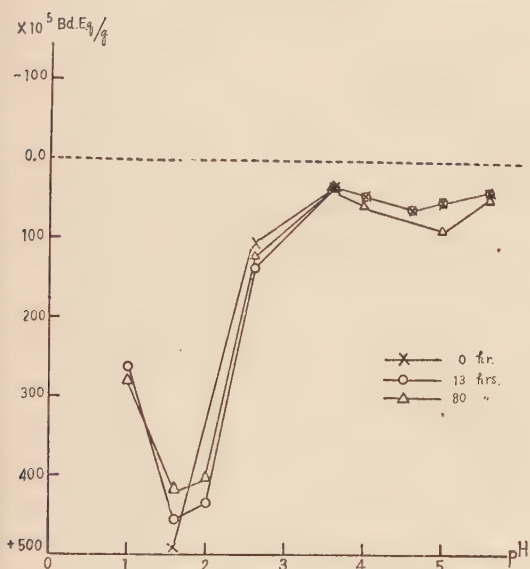


Fig. 1 Relation between pH of extracting solution and Bd. Eq. for total nitrogen (g.)

がよいと考え、pH値を種々かえた夫々の緩衝液で抽出した溶液について滴定値を求め、全窒素に対する結合等量を求めた結果第1図のようになった。即ち緩衝液のpH値で1.6~2.0がもつとも大きいので、酸性側の抽出にはpH 1.6のClark-Lubsの緩衝液を用ひた。図から知られるようにpH 1.6 Buff抽出では最大解離をするので、此のpH値を用ひ此の際抽出による変性を考慮より除外した。但しFig. 1の試料は0°Cに保存されたコイ肉についての実験結果である。

第2表はコイ肉についての諸測定値を示すものである。第2表aは無防腐肉を各種pHの緩衝液及び水を以て抽出したものであり、bはトルオール・クロロホルムで防腐した同試料の実験結果を示すものである。(いずれも20°C保

Table 2. Bind. eq./g. of total, soluble, and precipitated nitrogen for carp meat
a. Meat without Antiseptic

pH	1.6				Extracted by water			
Time (hrs.)	3	14	31	74	3	14	31	74
Total N.	24.9	25.0	24.9	25.6	24.9	25.0	24.9	25.6
Sol. N.	21.6	18.9	17.8	24.7	8.3	8.0	3.7	23.0
Ppt. N.	4.1	7.1	3.5	—	3.7	6.6	2.8	6.0
Vol. N.	—	8.9	18.6	59.2	—	—	—	—
Titer	3.28	2.76	2.45	3.05	-0.14	-0.05	-0.14	-0.88
Eq./T. N	133×10^{-5}	112×10^{-5}	100×10^{-5}	121×10^{-5}	-6×10^{-5}	-2×10^{-5}	-6×10^{-5}	-35×10^{-5}
Eq./sol. N	154×10^{-5}	148×10^{-5}	140×10^{-5}	125×10^{-5}	-17×10^{-5}	-6×10^{-5}	-38×10^{-5}	-39×10^{-5}
Eq./ppt. N	813×10^{-5}	395×10^{-5}	711×10^{-5}	—	-38×10^{-5}	-8×10^{-5}	-51×10^{-5}	-149×10^{-5}

pH	9.0				12			
Time (hrs.)	3	14	31	74	3	14	31	74
Total N.	24.9	25.0	—	25.6	24.9	25.0	24.9	25.6
Sol. N.	11.40	10.58	—	20.85	22.5	—	21.4	22.6
Ppt. N.	—	—	—	—	—	—	—	—
Vol. N.	—	—	—	—	—	—	—	—
Titer	-0.32	-0.64	—	-1.21	-1.88	-2.13	-3.65	-3.74
Eq./T. N	-13×10^{-5}	-26×10^{-5}	—	-48×10^{-5}	-77×10^{-5}	-87×10^{-5}	-149×10^{-5}	-148×10^{-5}
Eq./sol. N	-28×10^{-5}	-61×10^{-5}	—	-60×10^{-5}	-85×10^{-5}	—	-173×10^{-5}	-169×10^{-5}
Eq./ppt. N	—	—	—	—	—	—	—	—

b. Meat treated with antiseptic

pH	1.6				
Time (hrs.)	3	8	21	35	79
Total N.	24.9	23.4	23.4	23.6	24.3
Sol. N.	21.6	16.4	12.4	—	11.9
Ppt. N.	4.1	3.9	2.3	—	3.9
Vol. N.	—	11.7 ^e	8.9	6.4	9.1
Titer	3.28	2.50	1.91	1.32	3.91
Eq./T. N	133×10^{-5}	109×10^{-5}	83×10^{-5}	57×10^{-4}	39×10^{-5}
Eq./sol. N	154×10^{-5}	154×10^{-5}	157×10^{-5}	—	80×10^{-5}
Eq./ppt. N	813×10^{-5}	653×10^{-5}	829×10^{-5}	—	270×10^{-5}

pH	12			
Time (hrs.)	8	21	35	79
Total N.	23.4	23.4	23.6	24.3
Sol. N.	13.8	10.9	—	—
Ppt. N.	2.99	1.57	—	—
Vol. N.	—	—	—	—
Titer	-1.87	-2.11	-2.02	-1.96
Eq./T. N	-81×10^{-5}	-92×10^{-5}	-87×10^{-5}	-82×10^{-5}
Eq./sol. N	-138×10^{-5}	-192×10^{-5}	—	—
Eq./ppt. N	-635×10^{-5}	-1365×10^{-5}	—	—

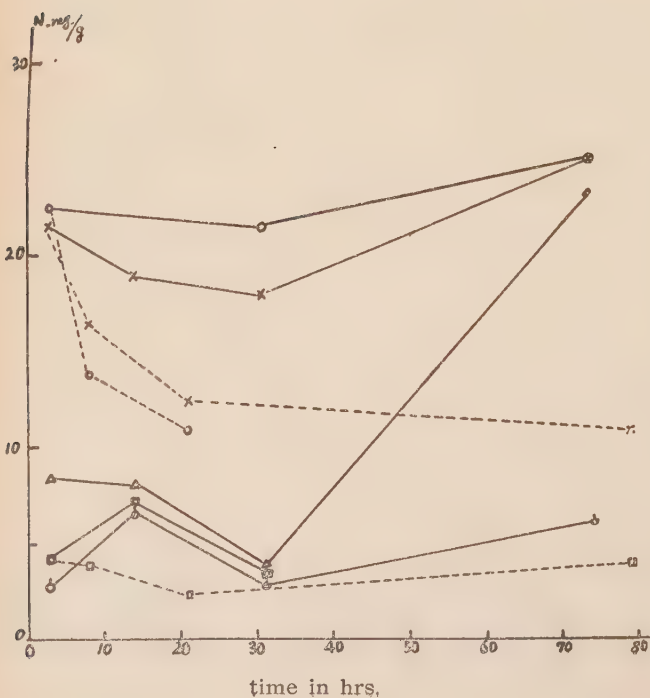


Fig. 2. Change in extracted total nitrogen and precipitated nitrogen.

Without antiseptic

—x— Sol. N. for pH 1.6
 —Δ— // // water
 —○— // // pH 12
 —□— ppt. N. for pH 1.6
 —○— // // water

with antiseptic

.....x..... Sol. N. for pH 1.6
○..... // // pH 12
□..... ppt. N. for pH 1.6

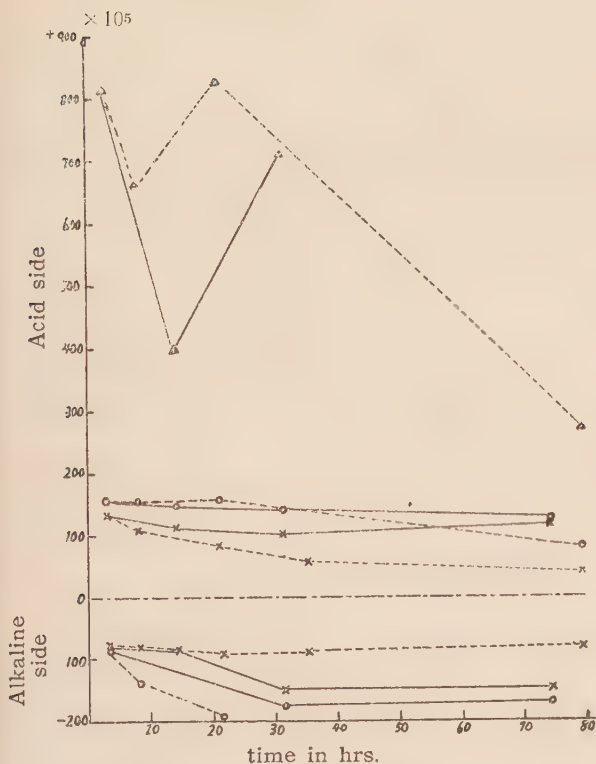


Fig. 3. Change in binding equivalent for total nitrogen, soluble total nitrogen and precipitated nitrogen.

Meat treated with antiseptic

- × Bd. eq./total N.
- ○ Bd. eq./sol. N.
- △ Bd. eq./ppt. N.

meat without antiseptic

- × — Bd. eq./total N.
- ○ — Bd. eq./sol. N.
- △ — Bd. eq./ppt. N.

存) 第2表中抽出全窒素及び沈澱窒素量の時間的变化を図示したものが第2図であり、全窒素、可溶性全窒素及び沈澱窒素に対する結合当量の変化を図示したものは第3図である。但し第2表の試料として用ひたコイは12月上旬より翌年3月下旬まで全く飼料を与えず冬眠状態のものであつて、第4図の正常のものの変化に比して変化は小さい。又全窒素量も大きな差を示した。従つて厳密には此の第2表の結果を以て考察を下し得ないのであるが、正常のものとはその傾向において類似している。

尙参考のためにコイ、フナ、イカ、サバ、カレイ、ヒラメ等を用ひて実験したが、全窒素に対する結合当量変化は第4図(コイ 20°C 貯蔵)で代表されるものと類似であり、その他の窒素に対する結合当量は断片的測定のみであるが、大凡第3図と類似するので省略する。但し魚種によつて結合当量は異り、又変化の時間も若干の差があつた。

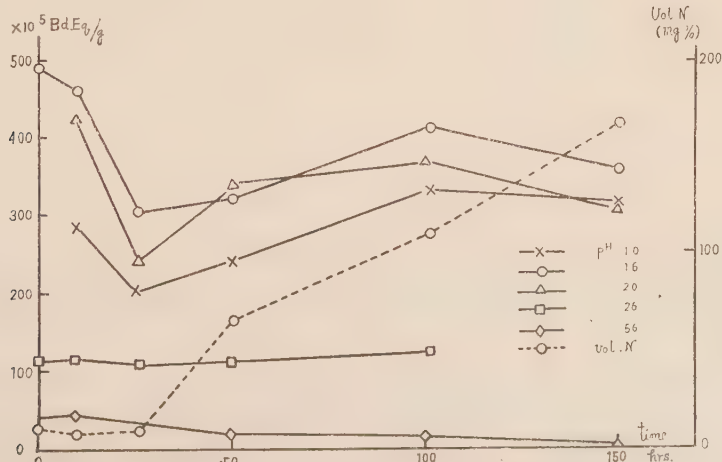


Fig. 4 The change in Bd. Eq. for total nitrogen (g.) after death of fish.

結 果 及 び 考 察

I 第2表及び第2図から知られるように、無防腐肉の場合は抽出全窒素は30時間前後において溶解量は極少を示している。沈澱窒素量も大凡可溶性全窒素の変化と類似の傾向を示す。此の結果は前報の場合の結果と一致している。防腐して細菌の作用を阻止した場合は、20時間位で溶解量の減少は停止しその後の時間的経過中そのままつづくものと見られる。即ちこの二つの場合の差は、無防腐区は再び溶解量を増加し、防腐区は増加せず停止してしまふといふことに帰せられる。即ち分解ではなく蛋白の構造的変化に原因を求められるように見える。但し20時間以後の測定値が少いので此の点問題を残す。細菌の作用は可成早期にその効果を表はし、そのために溶解度極少となる時間が延長されるように見える。即ち溶解量の極少となる時間は無防腐肉では30時間前後であり、防腐肉では20時間前後である。且つ溶解量の減少する割合は防腐肉の場合に著しく大きい。

II 次に第3図についてコロイドイオンとの結合当量の変化を見るに、無防腐肉の場合は可溶性全窒素に対する結合当量は、酸性側で抽出されたものにおいては殆んど不変であるから、溶出される窒素化合物は全く荷電を変化することのない、即ち常に一定の蛋白が溶出されるか、又は変化するが全体の荷電は変えないような変化であるかのいずれかである。所でアルカリ性側で抽出されたものについて見ると、可溶性全窒素に対する結合当量は時間と共に増加してゆく。若し酸性側抽出においてもアルカリ性側抽出においても同一の蛋白質が抽出されるとすれば、酸性側で可溶性全窒素について結合当量が無変化なのは溶出窒素化合物が変化しないのではなく、正荷電に変化なく負荷電を増加する変化と考えられる。但し此の場合酸性側とアルカリ性側と同一物であり、且つ抽出時変性しないと云ふ証明はないので結論出来ない。

防腐したものについては死後早期の変化は無防腐の場合と大差はないが、腐敗開始に相当する時間以後若干の相異を示すもののようである。

III 沈澱窒素に対する結合当量は、第3図で見られるように測定結果がすくないので明瞭なことは云えないが、少くとも初期においては甚しく異状があるもののようである。若し沈澱性窒素の正荷電が第3図から大凡推定されるように、酸性域においては時間と共に減少するとすれば、沈澱性窒素の溶解度はたいした時間的变化がないから(第2図)、可溶性部分中沈澱しないものは沈澱性窒素の正荷電減少に対応する位の正荷電を増加すること、即ちペプチッド連鎖の切断か又は蛋白分子のミセルの Unbounding をおこさねばならない。しかしこれは此の程度の酸性又はアルカリ性抽出では、抽出による蛋白の変化も十分考慮せねばならないので、直ちに魚肉蛋白の死後変性に結びつけることは出来ない。

摘 要

1 魚肉の死直後よりその可溶性全窒素量、沈澱窒素量及びコロイド滴定による全窒素量に対する結合当量、可溶性全窒素に対する結合当量及び沈澱窒素量に対する結合当量を、防腐肉及び無防腐肉について測定した。

2 防腐肉の溶解度は 20°C 20時間位で最小となりその後変化しないのに反し、無防腐肉では30時間で極少を示し再び増加する。且つ溶解度の減少量は防腐肉が大である。

3 可溶性全窒素量及び沈澱剤による沈澱窒素量に対する結合等量から魚肉の電荷の変化を論じたが、緩衝液の pH 値で 1.6 及び 12.0 の抽出が抽出時における変性等の有無が確定しないため決定的に

論じられなかつた。但し、若し抽出時における変性がないとすれば魚肉蛋白の死後変化は電荷の分布変化を伴ふものとも考えられる点がある。

本実験遂行にあたり御指導と適切な御批判を賜つた日本海区水産研究所利用部長野口栄三郎技官、実験結果の検討並に御批判訂正を賜つた東海区水産研究所理学博士右田正男技官並に松本重一郎技官の諸氏に対し謝意を表す。実験の一部は香住支所高橋信江嬢の助力を得た。併せて謝意を表す。

文 献

- 1) 大竹・山本：本誌
- 2) M. L. ANSON: *Advances in Protein Chemistry* Vol. II 361 ('45)
- 3) 寺山 宏：化学の研究 第一集 75 ('48)
同 第二集 31 ('49)
- 4) 石本外 3 氏：生物科学 3 112 ('51) 及び右田正男博士よりの私信

Synopsis

In the previous report¹⁾, the post-mortem change in the extractable total nitrogen of fish muscle has been attributed to the structural change of precipitable proteins. If the result is acceptable, the change of charge distribution on the surface of precipitable proteins might be expected. Thus, the binding equivalents of precipitable proteins to positive and negative colloidal substance per 1g. of proteins were measured using the colloid titration method²⁾.

The results are shown in table 2, a, b, fig. 2, fig. 3 and fig. 4. The binding equivalents of the extractable proteins decreased with time and attained a minimum value and were analogous to the change of the extractability of fish muscle. When bacteria were prevented from growing by addition of toluol-chloroform mixture, the decrease of charge was followed continuously and no minimum was obtained. Thus the charge decreased with time and attained constant value in presence of antiseptic.

魚肉蛋白質に関する物理化学的研究〔Ⅲ〕

魚肉の死後のにおける粘度変化について*

大 竹 茂 夫・山 本 常 治

Physico-chemical Study on Fish Muscle Proteins (III)

On the post-mortem change of viscosity of fish muscle protein solution.

Shigeo OTAKE and Jyoji YAMAMOTO

緒 言

前報¹⁾において魚肉より抽出される蛋白質は死後時間が経過すると共に抽出量は減少し、蛋白質の電荷分布も減少することが知られる。所で抽出されて来る窒素物中大部分を占めているものは沈澱剤による沈澱性蛋白質であるから、上述の結果は此の種の蛋白質の構造的な変化にもとづくものではないかと考えられる。但し構造の変化によつては電荷分布の変化をおこすと同時に形状の変化もおこし得る可能性があると考えられる。もし分子の形状に変化がおこるものとすれば、蛋白溶液の粘性にも変化が現われる筈である。

しかし魚肉の抽出液が高粘性を示すことは溶液中における溶質の容積、形状、更に荷電等の複合された結果としておこるものである。殊に蛋白粒子が荷電を有するといふことは此の問題を複雑にする大きな原因であり、又剛体でない高分子物であるので、そのため粘度に関する定量的な関係式が確立されず、更に我々の研究の場合は、種々の蛋白質及び低分子物の複合系であるので、確定的な結論を得ることは不可能に近いが、死後の変化が電荷や形状の変化を来すものとすれば、形状の変化することは粘度測定の結果にも現はれねばならない。

さて分子の形状又はひろがりを知るにはその溶液の *Intrinsic viscosity* を測定しなければならないが、此の実験の場合は比容積は不明であり、従つて定量的な結果は得られない。そこで此の程度の不確定的な場合には *Polson*²⁾ の粘度と軸比に関する関係式を用いた方が実験的に簡単である。即ち比粘度と比容積及び蛋白分子の長軸と短軸の比の間には

$$\eta_{sp} = 4.0G + 0.098G \left(\frac{b}{a} \right)^2$$

なる関係式がある。但し G は 1cc. 中の溶質の容積、 b/a は粒子の長軸と短軸との比、 η_{sp} は比粘度である。死後の魚肉について b/a を求めることによつて極めて定性的ではあるが分子形の変化を見ることが出来ると考えた。

又ある液体が粘性を示す原因は、平衡位置にある此の液体の分子に外力が加えられると、その結果分子は次の平衡位置に遷移するが、此の遷移に要するエネルギーが粘性として表現されると考えると、

* 昭和27年9月日本水産学会秋季大会にて講演したものに多少修正を加えた。

$$\eta = Ke^{\frac{E_{vis}}{RT}}$$

なる Andrade の粘度と温度の関係を表現する関係式が理論的に成立する³⁾。但し E_{vis} は活性化エネルギーに相当するもので、此の場合分子相互の結合にもとづくポテンシャル障壁をとびこえるに要するエネルギーに相当する。 T は絶対温度、 R は気体恒数、 K は恒数である。此の E_{vis} の測定から蛋白分子間の粘度現象をおこす原因の種類を推定し得ると考える。

これ等の結果から魚肉蛋白が死後粒子形の変化がおこるものであるかどうかを観察する一つの手段として粘度の測定を行つた。

実 験

Intrinsic Viscosity の測定を行ふものでないので、此の場合は Ostwald's Viscometer を用いてもよいと考えた。(殊に此の実験の目的はあくまで第一近似として論ぜられるので)。

毛細管の太さは 0.1 mm 位のものを用ひ、これに正確に 10cc. の試料をとり、温度調節 $\pm 0.05^\circ\text{C}$ の出来る恒温槽中にて球部内部まで温度が一定となつた後流下速度をストップウォッチで測定した。

試料は生魚の尾部を切断し、10分間流血せしめた後自身肉のみをとり、チョツパーにて細碎後うごししたものを広口瓶中に貯蔵し、これを温度 20°C . の恒温器に入れておき、一定時間毎にその瓶中から肉を秤取して 0.05N の HCl 又は NaOH 100cc. で抽出した。此の際用ひた肉量は 2~5g であるが、同一系統実験では正確にある決定された重量に一致させてとつた。尚貯蔵瓶は綿栓を施して置いた。

抽出してからの経過時間によつて、粘度が極めて長時間に亘り変化しないことは、実験の結果明らかであつた。

又蛋白濃度と粘度との関係は電荷を有する場合の関係式

$$\Delta\eta = K \frac{1}{V_0 + x}$$

がある⁴⁾。但し $\Delta\eta$ は比粘度、 V_0 は原蛋白質の溶質粒子の全容積、 x は V_0 を稀釈するために加える

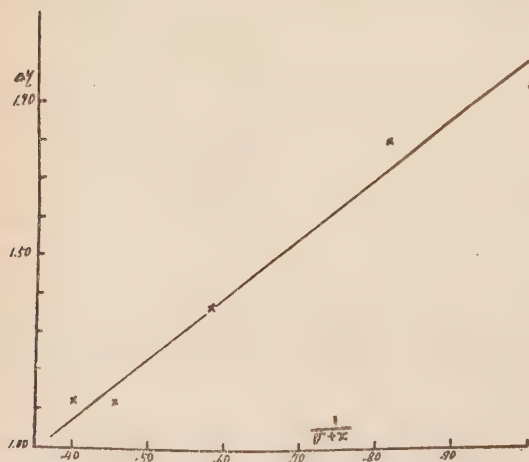


Fig. 1 The relation between viscosity and concentration of fish meat solution.

水の量、 K は界面動電圧の函数である。 V_0 は我々の場合は窒素の重量の一次函数として計算すると、魚肉が 2~5 g/100cc. といふ可成濃い抽出条件の場合についての実験では、第 1 図に見られるように直線的で、稀釈度が増加して水と和と荷電は変化のことが知られる。従つて測定時における抽出後の時間の影響及び肉量 2~5 g/100cc. の試料では濃度変化による蛋白粒子の安定度変化つまり荷電変化に原因する粘度変化はないと見ることが出来る。

第 1 表はインダイ (香住町地曳網) について死後の相対粘度変化及び抽出された全窒素、沈澱窒素並にその比率等を示す。第 2 図はこれを図示したものである。

第 2 表はコイ肉について 15°C ~ 45°C の間の

絶対粘度及び其の他の諸要事項を測定した結果である。

第3表は Polson の式で近似的計算の結果得た b/a の値を示し、第3図は Andrade の式で $\log \eta$ と T とが 35°C 以下では直線的であることを示す図である。第4表は *Evis* の計算値を示す。

Table 1. The change of η/η_0 and other factors. *Oplegnathus fascitus* At 20°C .

Time (hrs.)	total N mg. %	vol. N mg. %	sol. N mg. %	ppt.N mg. %	η/η_0	ppt.N/sol. N $\times 100$
2.5	3048	9	2554	2312	1.75	90.52
5.0	2973	12	2503	2176	1.71	86.93
7.5	2929	15	2409	2088	1.68	86.67
10.0	2968	11	2305	1952	1.63	84.68
13.5	2966	10	2361	2015	1.61	85.35
17.5	—	49	2270	1969	1.56	86.74
21.5	3002	59	2113	1843	1.48	87.22
25.5	2974	61	2249	2001	1.55	88.97
39.0	—	123	1966	1608	1.37	80.56

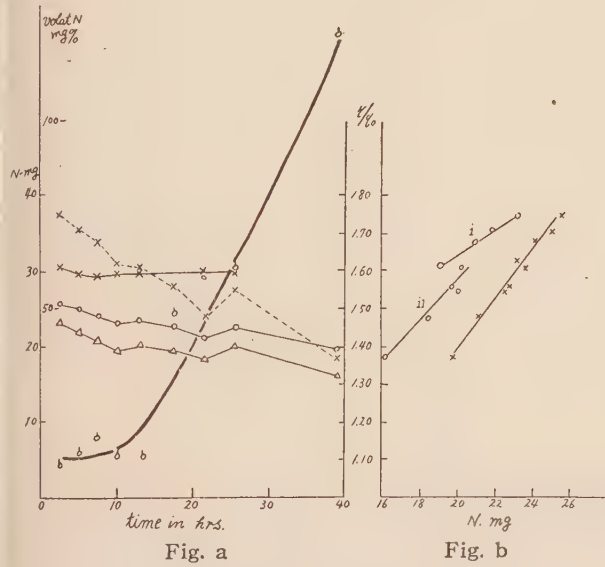


Fig. 2. The change of relative viscosity and its relation to extracted total nitrogen or precipitated nitrogen. (Graphical illustration of table 1.)

Fig. a. change of viscosity and related factors.

- x — total N.
- o — ext. N.
- Δ — ppt. N.
- ... x ... η/η_0
- o — volat. N.

Fig. b. Relation between viscosity and extracted N and ppt. N.

- i; Before 10hrs.
- ii; after 10hrs.
- o — ppt. N.
- x — ext. total N.

Table 2. The change of absolute viscosity and related factors.

a. related factors.

time (hrs)	Acidic solvent					Alkaline solvent				
	3	10	16	27	40	3	10	16	27	40
Total N mg/g	30.17	31.29	32.13	32.27	34.30	30.17	31.29	32.13	32.27	34.30
Sol. N mg/g	25.4	25.8	24.4	23.1	21.9	27.2	28.3	27.4	22.8	28.2
Ppt. N mg/g	21.5	18.8	19.6	19.8	—	23.0	—	18.6	19.8	—
spgr. (S)	1.0010	—	1.0004	1.0007	1.0003	1.0021	1.0016	1.0023	1.0013	—

b. Viscosity

Time (hrs)	Acidic solvent					Alkaline solvent				
	3	10	16	27	40	3	10	16	27	40
Temp. °C.										
15	2.95	2.81	2.89	2.76	2.58	2.91	2.95	2.80	2.80	2.81
20	2.33	2.33	2.27	2.14	2.11	2.57	2.39	2.32	2.29	2.30
25	1.93	1.89	1.92	1.86	1.76	1.82	1.94	1.80	1.80	1.80
30	1.53	1.51	1.38	1.48	1.41	1.53	1.54	1.29	1.53	1.50
35	1.25	1.19	1.17	1.21	1.18	1.29	1.27	1.14	1.26	1.27
45	0.93	0.92	0.93	0.87	0.87	1.04	0.94	0.98	0.93	0.98

Table 3. The values of b/a calculated from the Polson's equation.

Time (hrs.)	3	10	16
Temp. °C			
15	8.2	7.7	7.4
20	7.0	7.1	6.2
25	6.2	6.2	5.6
30	4.7	5.0	2.0
35	3.0	3.3	—
45	—	2.0	—

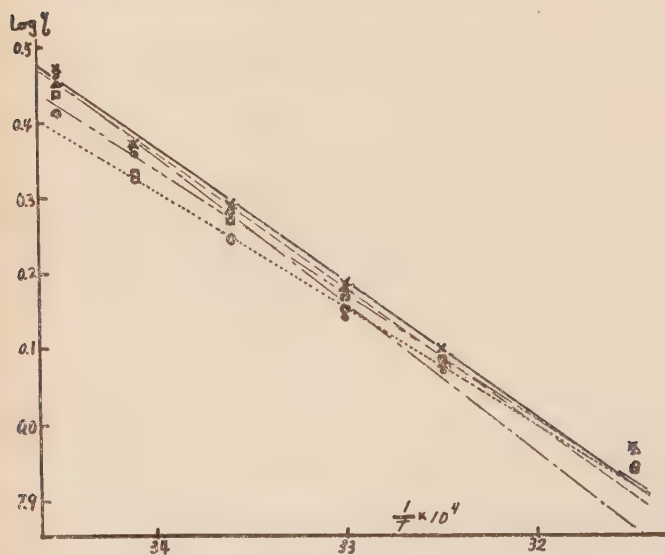


Fig. III. Graphical illustration of Andrade's equation for cap meat.

—×— 3 hrs.
△..... 10 hrs.
 - - -●- - - 16 hrs.
 - - -□- - - 27 hrs.
○..... 40 hrs.

Table 4. Calculated values of E_{vis} with the Andrade's equation.

time (hrs)	acidal side		alkaline side	
	E_{vis} Kcal.	$\log A$	E_{vis} Kcal.	$\log A$
3	7.68	— 5.373	7.97	—5.553
10	7.59	— 9.080	7.74	—5.406
16	8.44	— 5.953	—	—
27	15.37	—11.033	7.44	—5.200
40	7.23	— 5.073	7.09	—4.950

考 察

I 第1表より抽出され得る全窒素量及び沈澱窒素量と相対粘度との相関を求めた結果、1%以下の危険率で相関の有意性が認められた。ところが沈澱窒素量と相対粘度との関係を詳細に検討すると、第2図 b. から知られるように、沈澱窒素量と相対粘度との関係は10時間を界として異なる傾向にあるものようである。これは粘度を左右する因子が単に溶解量の大小ばかりでなく、蛋白の分子形又は大きさによるものと考えられる。次に第1図の結果から、 $\Delta\eta$ と $1/v+x$ とが直線となることが知られるが、これは界面動電圧の函数であるKが恒数となることを示し、従つて此の報告の実験条件である2~5gの肉を100cc. 溶媒で抽出する範囲では、濃度差による蛋白溶液の安定度変化は認められないことになり、粘度変化が水和度の変化又は電荷の変化が濃度の若干の相異によつておこることに全面的に帰することが出来ない。このことは又 pH の変化と粘度の関係からも知られる。

即ち pH と粘度との関係を実験した結果、死後早期において同一溶媒を以て同一重量の魚肉を抽出したものにおいては、pH 値を1単位かえても粘度には顕著な変化を示さなかつた。従つて η/η_0 の変化は粒子形の変化に可成大きく左右されはしないかと考えられる。

II 第2表から Polson の式で第3表の b/a を出す近似的方法是、 S を比重とし $c = \text{gr./liter}$ で表はした濃度とし、 $G = S/c$. として表現して行つた。但し重量 (gr) は窒素量に 6.25 を乗じて出した。魚肉を抽出してからその同じ試料を $15^\circ \sim 45^\circ \text{C}$. の異なる温度で粘度を測定した結果、各温度共粒子形は死後時間の経過と共に変化する。従つて魚肉蛋白粒子の軸比が変化するかも知れないことは此の近似計算の結果からは考えられることになる。尙温度が上昇する場合も著しく軸比が変化することになる。

III 第3図から 35°C . 以下では $\log \eta$ と $1/T$ とは直線的であることが知られ、従つて Andrade の式が適用出来るとして E_{vis} を計算すると第4表に示すものとなる。所で一次結合のエネルギーは (Covalent 又は Ionic) 50~100 Kcal で水素結合又は *Van der Waels* 力等の結合エネルギーは 1~7 Kal., 熱運動によるものは 0.5 Kcal 位であるから、上の結果は 1~7 Kcal で代表される水素結合に相当するものであると考えられる。

摘 要

1 魚肉の死後の相対粘度変化と沈澱性窒素量との相関は、 20°C . 10時間位を界として異なる相関を示すもののように観察された。

2 Polson の粘度式より近似計算により魚肉蛋白の死後の軸比の変化を求めた所、死後軸比が減少することを観察した。

3 Andrade の式から粘度現象をおこす原因と考えられるものは、水素結合に相当する程度のエネルギーの結合ではないかと考えられた。

4 以上の結果より魚肉蛋白質は、魚類の死後において形状等の変化をおこすと考えた。

本実験遂行にあたり御指導を賜つた、日本海区水産研究所利用部長野口栄三郎技官実験結果の批判、検討を賜はつた東海区水産研究所理学博士石田正男技官、松本重一郎技官に深謝の意を表す。

文 献

- 1) 大竹・山本: 本誌
大竹・尾藤: 本誌
- 2) POLSON: ('39)
赤堀・谷: 蛋白質 p. 187 ('50)
- 3) 中川鶴太郎: 現代膠質学の展望
第二集 p. 67 ('50)
- 4) 秀村・佐々木: 同 第一集 p. 307 ('49)

Synopsis

It was concluded in the previous report¹⁾ that charge of the fish muscle proteins decreased continuously in earlier stage of post-mortem, and was inferred to give rise to the structural change of the protein. If it has been true, there will be the change of the shape and/or the binding property of the particle. It was intended in the present report to give a general picture of the shape change in the cause of post-mortem of fish muscle by virtue of viscosity measurement.

The post-mortem change in the specific viscosity (η/η_0) was followed as in table 1, and fig. 2; η/η_0 was minimum at 20 hrs. storage. b/a which was axial ratio of protein particle, was calculated roughly by using the Polson's equation indicating diminution in the earlier stage.

魚肉蛋白質に関する物理化学的研究〔Ⅳ〕

魚肉の死後における氷点及び凍結曲線の変化について

大 竹 茂 夫

Physico-chemical Study on Fish Muscle Proteins (IV)

On the post-mortem change of freezing point and freezing curve of fish muscle.

Shigeo OTAKE

緒 言

生体中の水は自由水と結合水概念を導入し¹⁾ “Biological Water” として取扱はれている。而して秋場²⁾ はハタハタ肉について結合水を測定し約35%存在するといっている。結合水と自由水とはその物理的性質が異り、自由水は 0°C で氷結するに反し結合水は凍結しても結氷しない。こうした関係を考慮して凍結曲線を用ひて組織の研究を行つた例³⁾ がある。これは馬鈴薯に対して行はれたが、その結果植物は凍結曲線上に二氷点を示し、そのうち第二氷点が植物組成の研究に重要であることが観察されている。最近第一氷点も“機械的な水” によるものでないことが云はれている⁴⁾ が、動物の場合は凍結曲線に二氷点を示さないが、第二氷点に相当するものを示す。そして植物組織と動物組織とは根本的に相異し、更に組成化学物質も異なるものであるが、高分子物質である点はいづれも同じであり、且つ、変性と結合水とが若し関聯するものであるならば凍結曲線又は氷点にそれが現われる筈である。

更にこれとは直接的に関聯はないように思はれるが、例えば Reay⁵⁾ 等が認めた如く魚肉の低温貯蔵において、-2°C~-3°C の貯蔵がもつとも魚肉の変性をおこさせ易いことなども興味のある事実である。

これらの関聯をも含めて研究しようとして若干の結果を得たので予備的立場に立つて報告する。

実 験

実験装置は青木⁶⁾ に従つた。大要は銅・コンスタンタンの熱電対を作り、一方は水と氷の混合物をデュワー中に入れて 0°C としたもののの中に入れ、他方は魚肉の小片（例えば 5×5×5 mm）に挿入し、ダルソンパール型ガルバノメーター（横川製）及びランプアンドスケールでその目盛を読みとる。

魚肉を凍結してゆくときその温度低下と時間的経過による凍結曲線の形は、測定時の組織自身の内部条件、組織小片の型、大きさ、冷却温度及び冷却速度によつてかわつて来る。ここでは内部組織の問題をとりあつかふためであるから上記の条件はすべて一定とした。即ち氷と食塩との寒剤はその量

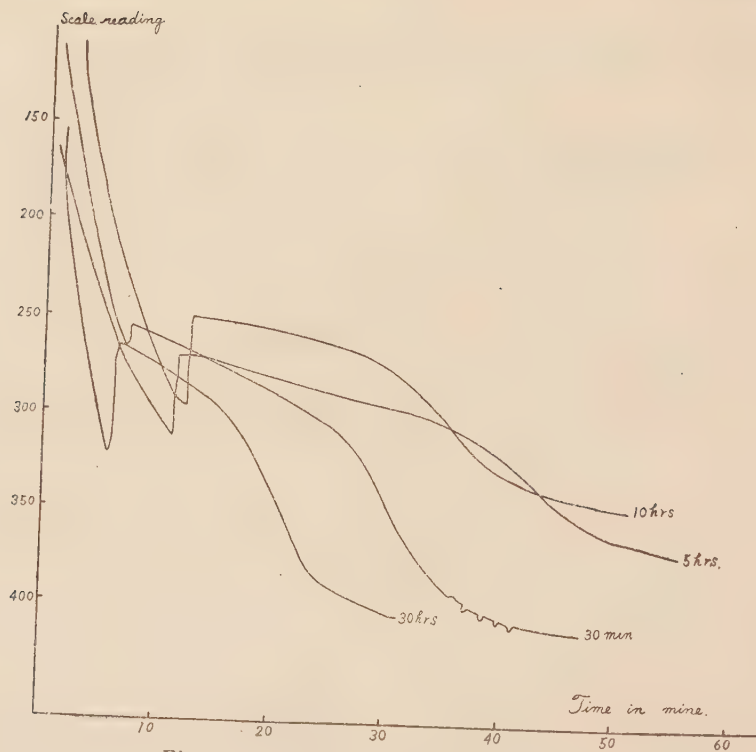


Fig. 1. Change of the freezing curve.

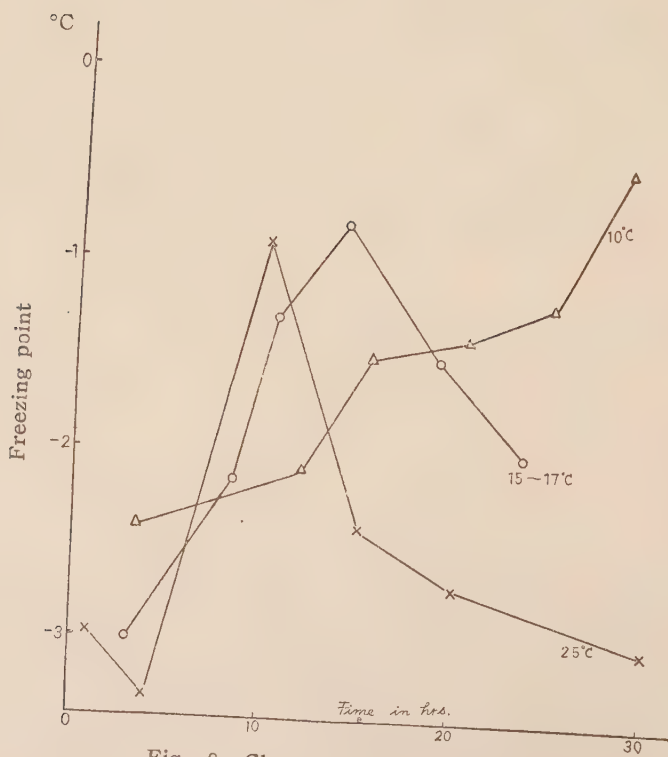


Fig. 2. Change of the freezing point.

を常に一定とし、且つ測定ごとに作り、又容器の大きさ及び肉片懸吊位置を一定とし、肉小片は二枚のカミソリ刃を一定距離に木片で保持して作った。

第1図はコイ肉についての死後の経過時間と凍結曲線の変化の一例を示したものであり、第2図は25°C、15~17°C. 及び 10°C. にコイ肉を貯蔵した場合の氷点の変化を示す。但し氷点とは第1図に示される過冷却が破れて温度上昇することを示す線と、後ある時間まで稍たひらに変化する所の線との両線の交点を以て示した。

考 察

第1図の凍結曲線の形の変化を見ると、死直後は氷点から次第に温度を低下して来て、最後に一定になる迄に要する時間が短い。肉片の大きさは同一にしてあるから、死直後は冷却し易い。即ち氷を析出し難いことを示す。それが死後急激に増大し10時間でもつとも長くなる。即ち此のときは氷の析出が甚だ大きいことを示す。

次に氷点の変化を見ると、死直後は $-2^{\circ}\sim-3^{\circ}\text{C}$ の間にあるが、時間の経過と共に氷点の上昇を見、25°C貯蔵では10時間、15~17°Cでは14時間、10°Cでは29~30時間で最高氷点となり、それ以後は再び減少する。尙最高氷点は -0.9°C 、 -0.8°C 、 -0.5°C の順で貯蔵温度が下降するに従つて上昇を示しているらしい。

所で水が蛋白と結合して結合水を形成しているときは、低温にしても凍結しなくなる。即ち Robinson¹⁾は C. Prometha 又は T. Polyphemus のさなぎが、普通の温度では9~10%が結合水であるのに、 -12°C に16日間おけば水分の42%が結合水となることを観察したが、これは結合水が増大したため低温でも生体は凍結せず、従つて耐寒性を得るものであると考えた。魚肉においても上の事実から類推して、結合水が比較的多い場合には凍結し難くなることが推測されても妥当であると考えられる。

即ち凍結曲線によつてかこまれている面積が死直後はせまい、つまり凍結しにくいこと及び氷点降下度が大いことは結合水が優越しているものと考えられる。それが第1図の如く経過時間と共に面積が増大し、同時に第2図から知られるように氷点降下度も小さくなることは、結合水が自由水に次第に変化するものではないかと考えられる。これは又細菌による分解が開始される以前では、時間に関係なくエキス分がほぼ一定であると見做し得るから、若し結合水が死直後多量に存在するとすれば自由水は少いために、従つてエキス分の自由水中の濃度は大である。すると当然氷点降下度は大である筈で、その後時間と共に自由水が増大すればエキス濃度は減少し、氷点降下度は小さくなる筈である。

要するに死直後は自由水は非常にすくないが、死後時間を経ると共に結合水は自由水に転換するものと推定される。この事実は又蛋白沈澱剤による沈澱性蛋白窒素量と抽出され得る全窒素量との比が死後減少すること、電荷分布及び粒子形の死後の変化が存在すること等の実験結果から、魚肉蛋白が魚の死後構造的変化をおこすものではないかと考えられたことと²⁾ 関聯があるように思われる。

摘 要

1. コイ肉を用ひて凍結曲線の形と氷点の変化を死後の時間的経過に対して観察した。
2. 凍結曲線の形は死直後は氷り易い形をあらはし、25°Cで10時間位でもつとも氷り難い形となり、次で再び氷り易い形に変化する。
3. 氷点降下は死直後は $-2^{\circ}\text{C}\sim-3^{\circ}\text{C}$ の間であるが、その後上昇し最高度は -1°C 附近となる。

又再びその時間を経過すると降下する。

実験結果の検討並に批判を賜つた東海区水産研究所理学博士石田正男技官，松本重一郎技官，此の実験を担当された新潟大学理学部化学教室学生丸山幸夫君に謝意を表す。

文 献

- 1) R. A. Gortner: Traus. Farad. Soc. 29 679 (1930)
- 2) 秋場・広田: 科学 20 572 (1950)
- 3) 青木 廉: 低温科学 4 65 (1948)
- 4) 畠山伊佐男: 科学 21 95, 138 (1951)
- 5) G. A. Reay: J. Soc. Chem. Ind. 52 265 (1933)
D. B. Finn: Contrib. Can. Biol. Fish. 8 313 (1934)
- 6) 青木 廉: 低温科学 3 207 (1950)
- 7) 大竹・山本: 本 誌

Synopsis

The fish muscle proteins are bound in the native state with 35 per cent of water presenting in muscle²⁾. It seems probable that the water bound with proteins by hydrogen bonds influences greatly to the behaviors of protein particles. Provided that the charge of fish muscle proteins decrease in the course of post-mortem, the interaction of water and proteins may be responsible to decrement of bound water, and freezing point depression might occur continuously according to the charge distribution of fish muscle proteins. The measurement of the freezing point depression may prove this.

The results obtained were shown in fig. 1, and fig. 2. Fig. 1. referred to the post-mortem change of the area surrounded by the freezing curve indicating that the ice production was difficult at the early stage. The freezing point was lower just after death of fish and ascended thereafter, and attain a maximum in 15hrs. after death at 15-17°C.

It might be concluded that these results are closely related to the post-mortem change of charge distribution.

コンデンサー法による簡易硝子電極測定法*

大 竹 茂 夫

Measuring Method for Simplified Glass Electrode with Condensor.

Shigeo OTAKE

緒 言

魚肉蛋白質の研究に際して粘度又は溶解量等は溶液の pH によつて鋭敏に変化する。著者はこれ等の研究を行ふ場合、従来の簡易な pH 測定法である溶液比色法又はアンチモン電極法を用ひて来たが、これ等の簡易法の pH 値では信頼出来かねる場合にしばしば遭遇した。そこでこうした場合には真空管法を用ひたが、pH 測定が研究の主目的ではなく、多数の資料をある程度の正確度（例えば $\frac{1}{10}$ pH）で測定することが必要である魚肉蛋白質の研究には、真空管法はあまりに複雑且つ測定に長時間を要する不便がある。その上魚肉蛋白質の研究の如く大抵の場合 $\frac{1}{10}$ pH の正確度でたりる場合は、この種の不便はいよいよ強く感ぜられる。

この観点より硝子電極法の最簡易なものが実用になるかどうかを確認するために此の研究を行ひ、併せて従来の簡易測定法がどの程度の正確度を示すものかについて検討した。

硝子電極の動電力を測定する方法としては静電々位計による方法、真空管電位差計による方法及びコンデンサー法が挙げられるが、此の研究の目的ではコンデンサー法が簡易化され得る点で利用価値がある。コンデンサー法で測定する方法は、Davis & Davidson¹⁾, Beans & Walden²⁾, Dole³⁾, Neuss & Rieman⁴⁾, Benewitz u. Keller⁵⁾ 等によつて研究され、いづれも真空管法の代用として正確度を 0.1 mv. (≈ 0.002 pH) とすることに目標をおいて測定している。そのためポテンシオメーターを用ひて電極の動電力と同一の動電力を作り、これをガルバノメーター又はミリボルトメーターを用ひて比較し又は消却して測定している。この方法も硝子電極に等しい抵抗を用ひたり、又は被測定電位差に等しい電位差を作る等の手数を要し可成複雑である。ここではコンデンサーと弾動電流計のみで組立て得る第 1 図の如きものを採用し、上記の手数をはぶいても尚 $\frac{1}{10}$ pH の正確度を得ることが出来るかどうかを検討することにした。

実 験

I もつとも簡易化されたコンデンサー法として第 1 図の如き装置を組立てた。この装置をもつて測定した同一資料を真空管法で測定し、此の両者の値を比較して目的とする正確度の有無を見ることとした。

第 1 図のうち、F, G は切換スイッチで F は E.M.F. を反転せしめる目的でつけた。K はコンデンサー中の残余電気を放電せしめるためのキーであり、0.05~1.0 の数字はコンデンサーの容量を μF

* 昭和 25 年 11 月水産学会西日本支部創立記念大会にて講演したものについて統計的処理を追加した。

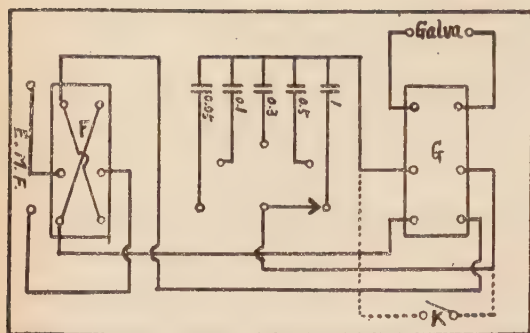


Fig. 1. Circuit of Simplified Condenser method.

の大きいものを用いた。弾動電流計は 0.56×10^{-10} A, 1.6×10^{-10} クーロンの感度の島津製を使用した。此の弾動電流計の臨界抵抗は $210,000 \Omega$, 周期 25 Sec. であった。ランプスケールは検流計の前方 1 m の点におき像の移動距離を耗までよんだ。

硝子電極の恒数を決定するには普通に用ひられるように⁵⁾ 標準緩衝溶液を 2 種作り、この値を測定したランプスケールの読みを用ひて計算し、これを使用して被検液の pH を求める。例えば KH-phthalate 0.05 M の pH は 4.008 で、これを測定したときの目盛を E_1 , 0.1 N HCl の pH 1.085 をこれを測定したときの目盛を E_2 とすれば恒数 α は

$$\alpha = \frac{E_1 - E_2}{1.0085 - 4.008}$$

又被検液についての目盛を E_x とすると求める pH は

$$pH_x = \frac{E_x - E_2}{\alpha} + 4.008$$

となる。

次に電極をどの位長くコンデンサーに接続すべきか所謂充電時間の問題であるが、理論的には q を charge, 被検電位差を e , コンデンサーの極間電位差を v , 電極内抵抗を R , コンデンサーの絶縁抵抗を L とすると、充電時間 T と q との関係は²⁾

$$dq = \left(\frac{e-v}{R} - \frac{v}{L} \right) dT.$$

即ち

$$T = RC \frac{L}{L+R} \ln \left[\frac{e}{e-v \frac{L+R}{L}} \right]$$

従つて $L > R$ とすると近似的に

$$T = RC \ln \frac{e}{e-v} = 2.303 RC \log \frac{e}{e-v}$$

今 $R = 50 M\Omega$ とし, 100 mv. に対して 0.5 mv. の誤差を許すとすれば, $C = 0.5 \mu F$ では $T = 1.36$ 分となる。

実際測定した結果は 5 分以上であつた。これは理論値と可成の喰違ひがあるが, L が R に比してあまり大きくないこと, 即ちペーパーコンデンサーはあまりよくないことが知られる。

第 1 表はコンデンサー法と真空管法とで同一被検液を測定した場合の測定値を示す。

で示したもので、感度を調節するために異なる容量のものを数箇所使用した。

E.M.F. のターミナルに被検硝子電極を接続し, G スwitch を F スwitch 側に切り換えてコンデンサーに充電し, 一定時間 (充電時間) 後 G スwitch をターミナル Galva の方向に切り換えて弾動電流計に放電せしめ, ランプアンドスケールを以て弾動電流計の鏡の廻転角を読みとる。コンデンサーはよく吟味されたマイカ製を用ひねばならないが入手出来なかつたので, 松下無線製のペーパーコンデンサーの絶縁抵抗

Table 1. pH values measured by the simplified condensor method and vaccum tube method.

no.	pH by Cond. Method.	pH by Vacc. Method.	Different.
1	2.15	2.24	-0.09
2	2.97	2.87	+0.10
3	3.96	3.97	-0.01
4	4.14	4.11	+0.03
5	4.88	4.73	+0.15
6	5.72	5.73	-0.01
7	6.38	6.24	+0.14
8	7.30	7.45	-0.15
9	8.77	8.96	-0.19

Ⅱ 次に従来の簡易 pH 測定法の正確度を $\frac{1}{10}$ pH を規準として比較するために、pH 試験紙法、溶液比色法、簡易アンモチン電極測定法並にポテンシオメーターを用ひるキンヒドロン電極法をとりあげ、これと真空管法との値を以て検討した。方法としてはキトザン塩酸塩 (0.02%, 正コロイド), ポリヴィニールアルコール硫酸加里 (0.02%, 負コロイド), 寒天 (0.13%) 及び卵アルブミン溶液 (0.02%) を NaOH 及び HCl の 0.1N 溶液で適当に pH を調節したものを資料とし、各種測定法で同一資料を測定した。

pH 試験紙は東洋濾紙製を、アンチモン電極は島津製迅速 pH 測定器を用ひ、キンヒドロン電極電位差は精密級ポテンシオメーター (横川製) を用ひて測定した。第 2 表はその結果を示すものである。

Table 2. pH values for colloidal solutions measured by different methods.

	no.	Test paper.	Indicator Method.	Simplified Antimon E.	Quinhyd. E.	Glass E.
Chitosan-HCl	1	1.3	1.5	1.4	1.50	1.42
	2	1.5	1.9	1.9	2.00	1.96
	3	2.5	2.6	2.4	2.66	2.66
	4	4.9	5.0	3.8	4.13	4.08
	5	5.3	5.1	4.1	4.27	4.35
	6	5.5	5.2	4.8	5.02	5.06
	7	5.8	5.8	5.5	5.89	6.05
P.V.S.-K.	1	1.2	1.5	1.3	1.50	1.65
	2	2.3	2.7	2.3	2.69	2.77
	3	2.7	2.7	2.5	2.89	3.04
	4	5.3	6.2	5.3	6.60	7.10
Agar.	1	1.4	1.5	1.3	1.64	1.45
	2	1.3	1.9	1.9	1.94	2.01
	3	2.0	2.3	2.2	1.77	1.69
	4	5.9	6.1	5.7	6.28	6.50
	5	3.9	2.9	3.0	3.22	2.75
	6	4.1	3.4	3.4	3.69	3.25
Egg Albumin.	1	2.1	2.5	2.1	2.45	2.87
	2	4.9	4.7	4.6	4.61	4.73
	3	5.7	6.3	6.1	6.23	6.24
	4	6.2	7.3	6.6	7.10	7.44
	5	7.7	7.9	7.4	7.78	7.75

各種測定法によつて測定された値の硝子電極法による値に対する比較は、その変動が方法の如何にかかはらず、偶然におこるものであるか又は方法の差による必然的なものであるかを知る必要がある。そのためには分散分析法⁸⁾を適用することが出来ると考えて次の如き処理をした。

即ち今硝子電極法による測定値を x 、其の他の方法による測定値を y として

$$y=kx+l$$

なる正規直線回帰を考えれば l を用ひて分析すればよいが、實際は x と y との相関が極めて高いので回帰係数 k は $k=1$ としてよい。例えばキトゾン塩酸塩の pH 試験紙による測定値と硝子電極法による測定値との間の回帰係数は $k=1.03$ となる。従つて l は兩測定値の差となりこれを用ひればよいこととなる。実験結果の分析表は第3表である。但し計算の便のため $l \times 100$ を用ひた。表中

Table 3. Analysis of the pH measuring method treatment data to isolate sources of variation.

	Source of variat.	Sum of squares.	Degrees of freedom.	Mean square.	Variance ratio.	F
Chit.-HCl	B	14.906	6	2.484	2.27	$\alpha=0.05$ 2.66
	V	7.450	3	2.483	2.27	$\alpha=0.05$ 3.16
	B $\times$ V	19.677	18	1.093		
	B V	42.033	27			
P.V.S.-K.	B	29.348	3	9.783	12.08 **	$\alpha=0.01$ 6.99
	V	10.666	3	3.555	4.38 *	$\alpha=0.05$ 3.86
	B $\times$ V	7.295	9	810		
	B V	47.309	15			
A gar	B	33.222	5	6.644	6.64 **	$\alpha=0.01$ 4.56
	V	1.268	3	422	0.42	$\alpha=0.05$ 3.29
	B $\times$ V	15.008	15	1.000		
	B V	49.498	23			
Egg Albumin	B	14.056	4	3.514	6.40 **	$\alpha=0.01$ 5.41
	V	7.025	3	2.341	4.26 *	$\alpha=0.05$ 3.26
	B $\times$ V	6.591	12	549		
	B V	27.672	19			

Note: B. pH ranges. V. Methods.

Vは測定方法、Bは pH 域を示す。又*は有意水準 0.05、**は 0.01であることを示す。方法の差による有意性は P.V.S.-K 及び卵アルブミンについてのみ見られ、且つ有意水準は 0.05 であるに反し pH 域による有意性はキトザン塩酸塩以外有意水準が 0.01 で認められる。

第4表は pH 域についての l の信頼限界を示す表である。

Table 4. The confidence limits of the pH values measured by the different methods.

	pH Test paper.	Indicator method.	Simplified. E.	Quinhyd. E.
P.V.S.-K.	-0.8 ± 1.23	-0.4 ± 0.62	-0.8 ± 1.08	-0.2 ± 0.30
Albumin	-0.5 ± 0.69	-0.0 ± 0.30	-0.4 ± 0.42	-0.2 ± 0.24
(Chit-HCL)	$+0.2 \pm 0.52$	$+0.2 \pm 0.45$	-0.2 ± 0.14	-0.0 ± 0.07
(Agar)	$+0.2 \pm 0.79$	$+0.1 \pm 0.35$	-0.0 ± 0.46	-0.2 ± 0.29

考 察

実験Ⅱから知られるように、4種の膠質溶液のうち P.V.S.-K と Albumin については、キンヒドロロン法がもつとも正確度が高く溶液比色法はこれにつぎ、他の2方法は大同小異で極めて正確度が低い。又 pH 域においてもいづれの方法も区域による差をもつていて、pH 値3以上は可成正確度が低下する。従つてこれ等の簡易 pH 測定法は $\frac{1}{10}$ pH 精度の目的のためにはキンヒドロロン電極法以外は不適當であり、且つキンヒドロロン法も測定範囲に限界があり、更に pH 域においても一様な誤差ではないことに注意せねばならない。

之に反して硝子電極法は測定範囲の限界は可成広い上に、最簡單な此処に採用した方法においても $\frac{1}{10}$ pH の正確度では十分適用出来ることになる。即ち魚肉の研究におけるように多数の資料を迅速に且つ $\frac{1}{10}$ pH の正確度で測定しようという場合には、経費のすくなくてすむ此の方法でも十分であると考えることが出来る。

摘 要

- 1。魚肉蛋白質の研究上迅速簡易で $\frac{1}{10}$ pH 精度を得る方法の必要を感じた。
- 2。此の目的のためにもつとも簡易化された硝子電極によるコンデンサー法を採用し、真空管電位差計法による値と比較し目的を達することを観察した。
- 3。数種の膠質溶液の pH を簡易型 pH 測定法 (pH 試験紙法、溶液比色法、アンチモン電極迅速 pH 計及びキンヒドロロン電極法) にて測定し、キンヒドロロン法以外は $\frac{1}{10}$ pH の精度に不適當であること、並にどの方法も pH 域によつて誤差が一樣でなく、比較的低い pH 域で正確度が高いことを述べた。

本研究に対し、統計的取扱ひについて御批判を与えられた日本海区水産研究所山中技官、種々御教示賜つた東海水研右田博士、松本技官及び実験の一部を担当された香住支所高橋信江嬢に謝意を表す。

文 献

- 1) Davis and Davidson: J. A. C. S. 50 2053 (1928)
- 2) Beans and Walden: ibid. 50 2673 (1928)

- 3) Dole: ibid. 53 620 (1931)
- 4) Neus's and Rieman: ibid. 56 2238 (1934)
- 5) Benewitz und Keller: Z. anal Chem. 102 1 (1935)
- 6) 谷井・大竹: 日永誌 15 620 (1950)
- 7) 統計数値表 I p. 111 (昭18)
- 8) 増山元三郎: 少数例の纏め方と実験計画の立て方 (昭24)

補 遺

此の実験は Beckman pH meter が広範に使用される以前に、簡単に $\text{pH} \pm 0.1$ の精度の測定値を必要としたため開始されたものであるが、印刷の関係で遅滞した。然し安価であり、且つ極めて簡単に組立てられしかも所要の精度を得ることが出来る点はその特徴と認められるので敢て報告する次第である。

Synopsis

The accuracy of the condensor glass electrode method, the electrode being constructed at a low price and using the apparatus in the ordinary laboratory, has been examined. On the contrary, the confidence limits of the pH values by the simplifying pH measuring method, pH test paper method, indicator method, antimon electrode, and quinhydrone electrode which had chiefly used before Beckman pH meter circulated against the glass electrode have been estimated showing table 4.

魚肉の酢漬に関する研究〔I〕

酸による膨潤現象について

野口 榮三郎・木 崎 五 一

Research on the marinated fish (I)

On the swelling of fish muscle in acid solution.

Eizaburo NOGUCHI and Goichi KIZAKI

魚介鮮肉類の貯蔵法に酸による保蔵方法があり、特に酢漬品は調味及保蔵の目的で魚肉のみならず野菜類にも応用されている。日本では多くの場合魚介の酢漬品は保蔵のためではなくむしろ調味の目的で利用されているが欧米¹⁾では主として貯蔵が目的であつて香辛料が併用され、marinated fish 又は marinade と呼ばれている。然し酸の魚肉に及ぼす影響を研究した文献は極めて少く Fin²⁾ が酸による haddock 肉蛋白の変性を、FORBES³⁾ が魚肉の抗張力に及ぼす影響を見、又永田及筆者⁴⁾ が酢漬鯿の軟化現象は細菌によるものでなく、自己消化酵素によることをみておる程度である。

肉蛋白を酸に浸漬した場合起る現象は肉蛋白の酸による分解、結合、変性、自己消化酵素及細菌による分解等其の影響は極めて複雑であるが、肉眼的に直ちにみられるのは、膨潤と凝固の現象である。

滲透圧による蛋白の膨潤に関しては、LOEB⁵⁾ PROCTER⁶⁾ SMITH⁷⁾ WILSON⁸⁾ 等の多くの研究があるが何れも gelatin, haemoglobin 等を対象としたもので魚肉に関する研究は見当たらない。

よつて著者等は先ず魚肉蛋白を各種の酸溶液に浸漬した場合の膨潤現象を明らかにする為本研究を行つた。

研 究 方 法

骨、皮及血合肉を除去した精肉、又は剥皮したイカ精肉を5~10gの大きさに切り、各種濃度の酸溶液 200c.c. 中に浸漬し、0°C 又は常温にて一定時間放置後、其の重量を測定し、重量の増減を見、これを魚肉の膨潤度とした。pH 値の測定は、島津製作所製迅速水素イオン計A型（アンチモン、カロメル対極）を使用し、浸漬液の全窒素量を蛋白質の溶出量とした。

結 果

1) 酸による膨潤の時間的变化

鮮度良好なスルメイカを剥皮し、精肉を2×5cm (5g) 程度に切断し、N. N/2. N/4. N/10. N/40.

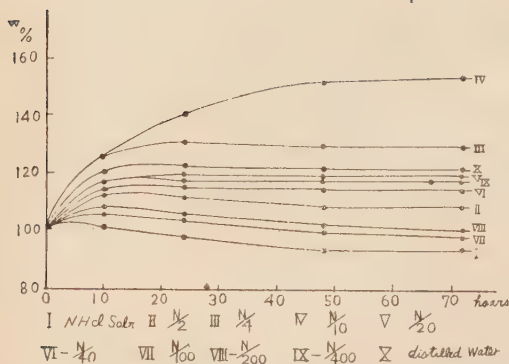


Fig. 1. The variation in the weight of muscle (cuttle fish) with the lapse of time in HCl solution. Temp. 0°C.

種の濃度の溶液中に前記の如く処理したイカ精肉を浸漬し、室温 (15~20°C) で24時間放置後重量を測定した結果は第2図のようである。

即ち何れの酸の場合でも pH1.8 附近で最大となり pH3.5 附近で最小を示している。サメ精肉で、塩酸を使用して試験した場合も大体同様であつた。重量の増加は磷酸の場合が最も大きく原重量の 190% に達し塩酸、硝酸はこれに次いで 150% 内外を示し硫酸の場合は最も少く 130% 内外であつた。

3) 無機酸による含有水分量の増減

無機酸に浸漬したイカ肉の含有水分量の変化を第3図に示す。

重量の増減の場合と同様 pH 1.8~2.0 附近で最大となり pH3.5 附近で最少を示し重量増減の場合と同様な曲線を示している。

4) 無機酸による溶出窒素量の変化

無機酸に浸漬した場合の窒素溶出量の変化を第4図に示すイカ肉 100g 当りの溶出窒素量は、重量及び水分増減の場合と同様な曲線を示し pH1.8~2.0 附近で最大となり pH3.5 附近で最少を示している。

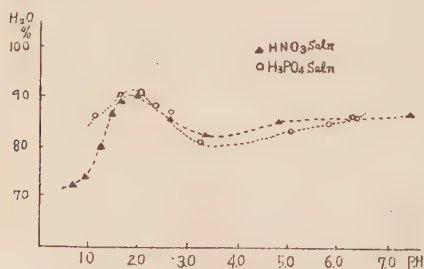


Fig. 3. The variation in water content of muscle (cuttle fish) in inorganic acid solutions.

N/100, N/200, N/400 の塩酸液及び蒸溜水の各 200cc. 中に浸漬し、0°C に貯蔵し一定時間毎に重量の測定を行つた。結果は第1図の通りである

即ち10時間後に於ては重量は何れの場合も原重量より増加するが24時間目には N, N/2, 及 N/100 液に浸漬したものは減少する。又重量の変化は略々24時間で大体平衡状態に達するものの如く、pH の変化も又同様の傾向があるように思われた。よつて以下の研究では浸漬中肉質の細菌、自己消化酵素による影響を考慮して24時間後の膨潤度を測定した。

2) 無機酸による膨潤

化学用最純塩酸、硝酸、硫酸、及び磷酸の各

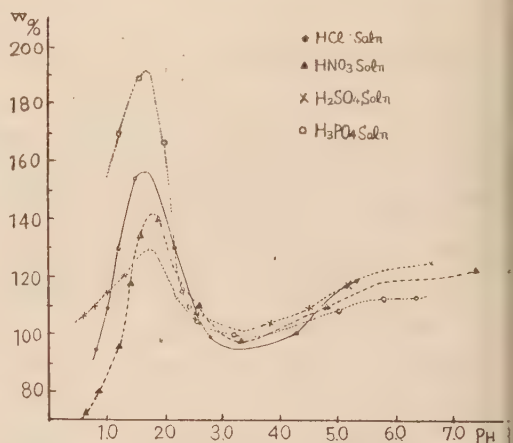


Fig. 2. Swelling of muscle (cuttle fish) in inorganic acid solutions. Temp. 15°C~20°C

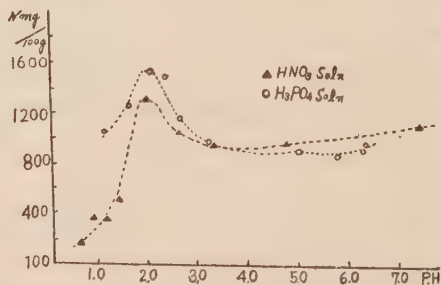


Fig. 4. The variation of nitrogen amount dissolved from 100g of muscle (cuttle fish) in inorganic acid solutions.

5) 有機酸による膨潤及び含有水分量並びに溶出窒素量の変化

蟻酸、醋酸、修酸、琥珀酸の各溶液中に無機酸の場合と同様浸漬し、重量の増減、含有水分量、溶出窒素量を測定した結果を第5～7図に示す。

これ又無機酸の場合と同様に pH 1.8～2.0 附近に最大の点を示し、pH 3.5 附近に最少の点を示している。

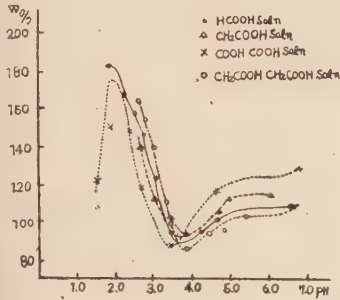


Fig. 5 Swelling of muscle (cuttle fish) in organic acid solutions. Temp 13°C~20°C

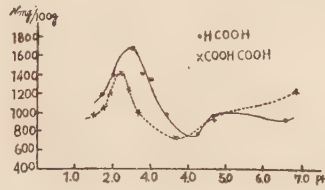


Fig. 7 The variation of nitrogen amount dissolved from 100g of muscle (cuttle fish) in organic acid sol..

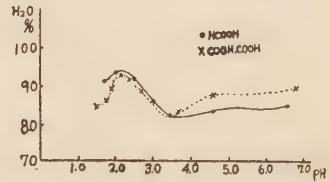


Fig. 6 The variation in water content of muscle (cuttle fish) in organic acid solutions.

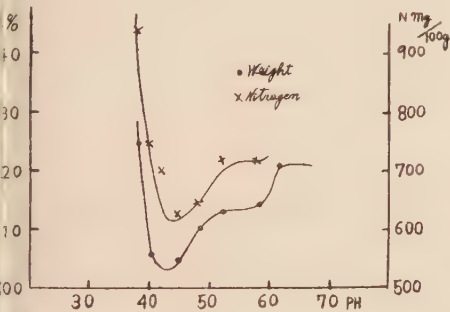


Fig. 8 The variation in weight and nitrogen amounts dissolved from muscle in buffer solution (Carp). Temp. 15°C

6) 鯉肉の膨潤と永素イオン濃度との関係

生きた鯉精肉を4～5gに切り、醋酸、醋酸ソーダの緩衝液中に浸漬し重量の増減及溶出窒素量をみた結果を第8図に示す。

pH 4.2 附近に膨潤の最少の点があり、5.2～5.8 附近は膨潤曲線の傾斜が極めて緩く 5.8 からは又急激に上昇し更に 6.1 附近では、再び下降の傾向を示している。溶出窒素量も大体同様の傾を示している。

考 察

Loeb⁵⁻⁸⁾等によれば gelatin はその等電点である pH 4.7 附近で膨潤が最少となり、pH 3.0 及び 10.5 附近で最大となる。その原因は等電点では膜の内外の塩酸の濃度が等しいが、それに酸又はアルカリを加えると、蛋白質は一方的の荷電となり Donnan 効果の結果として膜の内外の塩酸の濃度が異つて、滲透圧が増加する。そして或る程度以上酸を増加すると蛋白質の陽電荷はそれ以上増加せず。従つて過剰の酸は恰も中性塩と同様に働いて、滲透圧は減少し、等電点に於て、滲透圧、溶解度、膜電位差、粘度、膨潤等が極少値を示すからである。著者等の魚肉蛋白についての実験結果からも全く同様なことが考えられる。魚肉の膨潤は酸の種類には関係なく、主として永素イオン濃度の変化による滲透圧現象であろう。

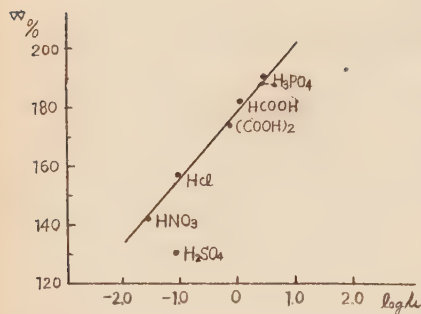


Fig. 9. Relation between the swelling of muscle and the ionic strength of acids.

第9図は最大膨潤点と考えられる pH1.8に於ける各酸のイオン強度と膨潤度との関係を示したものであるが、その関係は大体直線と認められるので、膨潤度の大小は、酸の種類に関係なくその時の pH に於けるイオン強度に影響され、イオン強度の大なるものは膨潤も大であると考えられる。凝固点は pH3.5~4.0 附近であつて、原重量の95~100%を示しているが、これは酸の種類に関係なく大体一定の値90%内外を示すものと考えられる。この間に可成りの差異があるが恐らく実験誤差によるものであろう。又上記の膨潤及び溶出窒素量の最小の点をその魚肉蛋白の等電点とすると、イカ肉では pH3.5~4.0 附近にあると考えられる。

鯉肉を醋酸、醋酸ソーダの緩衝液中に浸漬すると pH4.2 附近に極小の点があり、更に 5.0~5.5 及 6.1~6.5 附近では、曲線の傾斜が極めて緩くなつておつて、その膨潤曲線は極めて複雑である。従来の研究^{12) 13)}によると鯉のミオシン5.20 ミオゲン5.82, ミオプロテイド4.70, グロブリン5.17, 可溶性ミオゲンフィブリン 5.06 であるといわれているが、魚肉全体を使用した場合には、これ等の蛋白の他に結締組織であるエラスチン、コラーゲン等があり、更に筋基質からなつていたので、これ等各種蛋白の等電点の綜合されたものが現れる為このような複雑な曲線を示すものであり、鯉肉全体としての主たる等電点は pH4.2 附近であるが更に pH5.0~5.5 及び 6.1~6.5 附近にも組成蛋白の等電点の影響がみられるようである。

摘 要

- 1) スルメイカ及び鯉精肉を酸に浸漬した場合の膨潤現象を研究した。
- 2) イカ肉に於ける膨潤は酸の種類に関係なく最大の点は pH1.8~2.0 凝固点は pH3.5~4.0 附近にある。
- 3) 溶出窒素量及浸漬肉の含有水分量は膨潤（重量の増減）と同様な傾向を示す。
- 4) イカ肉を酸に浸漬する場合の膨潤は、水素イオン濃度の変化による浸透圧現象によつて生ずるものであつて、膨潤の大小は、酸の種類に関係なく、酸のイオン強度の大小により決定され、イオン強度の大なるものは膨潤量も大である。
- 5) 膨潤及び溶出窒素量の最小の点を等電点とすると、イカ肉では pH3.5~4.0 附近であり、鯉肉では pH4.2 附近であるが更に pH, 5.0~5.5 及 pH6.1~6.5 附近にも各種の組成蛋白の等電点の影響がみられる。

文 献

- 1) 真瀬 恒：海産物利用法
- 2) FIN: Proc. Roy. soc. London, B.III. ('32) 396
- 3) FORBES: Contr. Canada, Biol. Fish. V. S. vol. II No. 21. ('27)
- 4) 永田, 野口：日本水産学会誌 2 ('33) 121
- 5) LOEB: Gen. physiology, 3, ('20) 247
- 6) PROCTER: J. chem. soc, 121 ('14) 2830

J. chem. soc. 109 ('16) 307

- (7) SMITH: J. Am. chem. soc. 43 ('21) 1350
- (8) WILSON: J. Am. chem. soc. 744 ('22) 2633
- (9) 田所・安倍: 日農化 5. 475, (昭4)
- (10) 山 本: 水試調査試料 1. 22 (昭9)
- (11) 近 藤: 日化 53, 954 (昭7) 日農化 18, 1 (昭17)
- (12) 森・浅川: 日本水産学会誌 12. ('43) 67
- (13) 須 山: 日本水産学会誌 15 ('50) 507

Synopsis

The swelling of fish muscle immersed in acid solution was observed.

- (1) The maximum value of swelling (muscle of *Ommastrephes sloani pacificus*) is shown in the solution of $\text{pH}=1.8\sim2.0$
- (2) In acid solution of various pH values the water content of the muscle immersed and the amount of nitrogen dissolved from it change in the same tendency with the degree of the swelling.
- (3) The ionic strength of acid has an important effect upon the swelling of muscle.
- (4) In the muscle protein of *Ommastrephes sloani pacificus* the isoelectric point is $\text{pH}=3.5\sim4.0$ and in that of *Cyprinus carpio* it is $\text{pH}=4.2$.

魚肉の酢漬に関する研究(Ⅱ)

魚肉保蔵に及ぼす酸の影響(その1)

野 口 栄三郎・尾 藤 方 通

Research on the marinated fish (II)

The effect of acid for preservation.

Eizaburo NOGUCHI and Masamichi BITO

酸類の殺菌作用に関しては従来多くの研究があり、König 氏以下諸氏⁽¹⁻⁴⁾の研究に依ると、強酸類の殺菌力は主としてその酸の水素イオン濃度に依るものであるとして各種の酸を使用して種々の細菌又は酵母等の繁殖、或いは死滅の限界 pH が報告されている。然しこれらの限界 pH はその殆んどが培養基に於ける研究であつて魚肉保蔵の目的で行われた研究は僅に中江⁽⁵⁾の研究が見当のみである。中江の研究も主として肉眼的観察結果であり、不充分であるのでサバ及びシヒラ肉を使用し、塩酸に依る保蔵効果を研究したのでその結果を報告する。

I 塩酸の濃度と保蔵効果

1) 研究 方 法

裏濾した新鮮なシヒラ精肉を正確に25%懸濁させた種々の濃度の塩酸液を 35°C の恒温槽内に放置し一定量宛ピペットで採り揮発性塩基窒素量(減圧法)、アミノ態窒素量(ホルモール法)を測定した。水素イオン濃度は東洋濾紙製, pH 試験紙で見た。

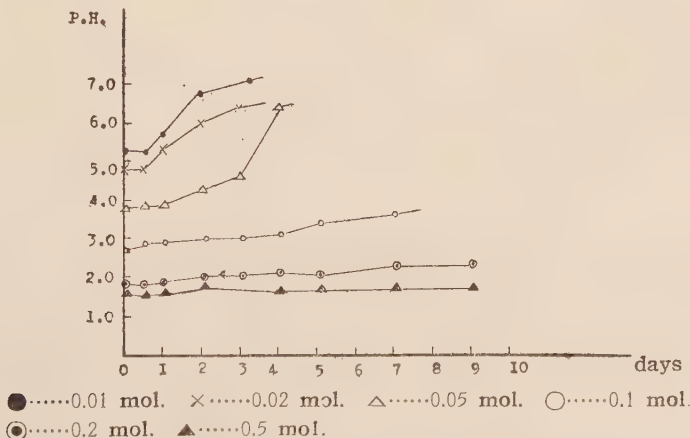


Fig. 1 Variation of pH in different conc. HCl sol.,
(*Coryphaena hippurus* meat 25%)

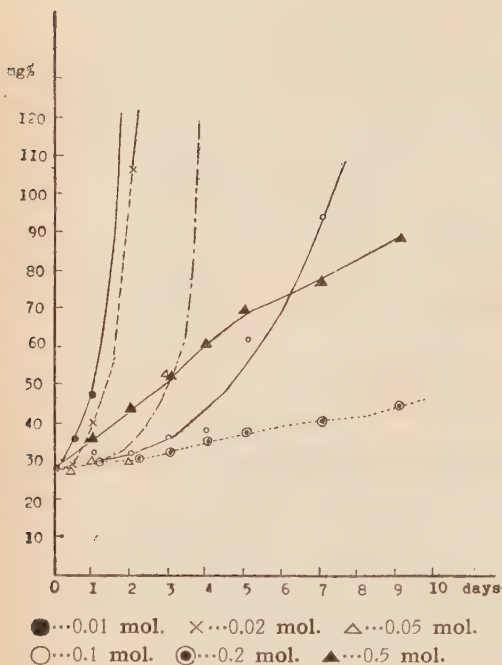


Fig. 2 Increase of volatile basic nitrogen per 100 gr. meat in different conc. HCl sol., (*Coryphaena hippurus* meat 25%)

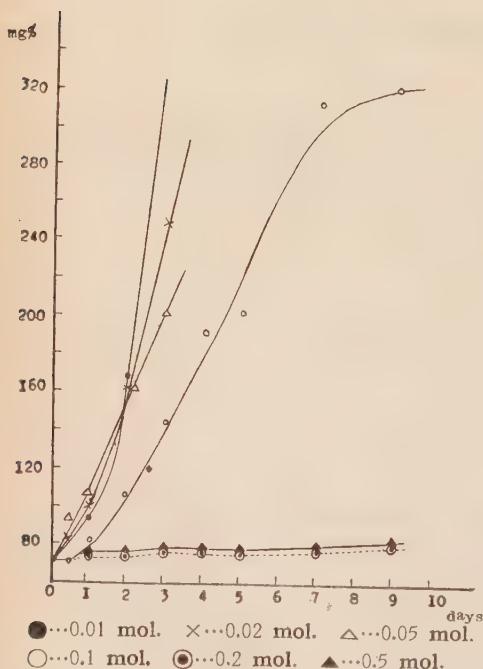


Fig. 3 Increase of amino nitrogen per 100 gr. meat in different conc. HCl sol., (*Coryphaena hippurus* meat 25%)

2) 研究結果

研究結果は第1図～第4図に示す。pH の変化は 0.01 mol. 及び 0.02 mol. HCl 液では24時間急激に変化し、0.05 mol. HCl 液では48時間後に化を示している。0.1 mol. HCl 液では徐々に変を示し5日頃より可成り急激に変化する。0.2 及 0.5 mol. HCl 液では9日間の貯蔵では著しい変は示しておらない。

揮発性塩基窒素量は 0.01 及び 0.02 mol. HCl 液では24時間後に、0.05 mol. HCl 液では3日後に 0.1 mol. HCl 液では5日頃より、急激に増加し腐敗する。0.2 mol. HCl 液では徐々に増加の傾向は示しているが、9日後に於ても其の増加量は極めて微量であり却つて 0.5 mol. HCl 液のものが24時間後から可成り急激な増加を示し、然もその増加傾向は他の場合と異つて直線的に増加してゐる。0.2 mol. 濃度以上の濃厚な塩酸液の場合の揮発性塩基窒素量の増加は第4図に示してあるが、この場合は塩酸の濃度の濃厚な程その増加量は多量、且急激である。

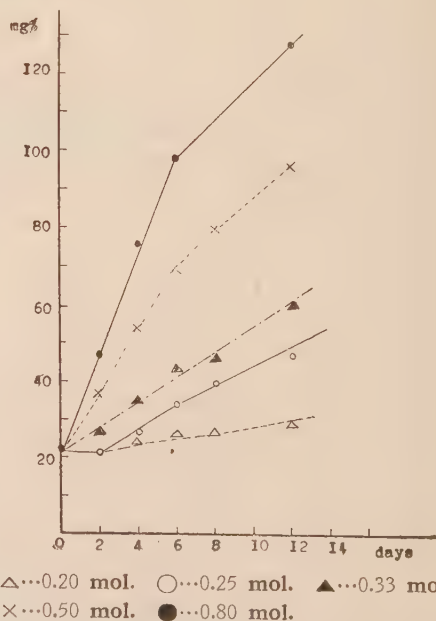


Fig. 4 Increase of volatile basic nitrogen per 100 gr. meat in different conc. HCl sol., (*Coryphaena hippurus* meat 20%)

アミノ態窒素量は 0.01, 0.02 及び 0.05 mol., HCl 液の場合は何れも急激に増加する。48 時間以内の増加量は 0.05, 0.02, 0.01 mol. 液の順であるが、48 時間後に於ては反対に濃度の稀薄な程増加が甚しい。0.1 mol. HCl 液の場合も 48 時間頃から増加が著しい。0.2 及び 0.5 mol. HCl 液の場合のアミノ態窒素量の変化は殆んどなく 9 日後の増加量も極めて少い。この場合に於ても 0.5 mol. HCl 液の方が、0.2 mol. HCl 液より増加量は僅に多い結果を示した。

3) 考 察

以上の pH, 揮発性塩基窒素量, アミノ態窒素量の変化から次の様な事が考察される。

- a) 魚肉を酸に浸漬した場合 0.1 mol. HCl 液 (pH. 2.7) では自己消化酵素作用が行われアミノ態窒素量は徐々に増加し、pH は漸次中性に近づき、腐敗細菌も繁殖して 3 日～4 日頃 (pH—3.0～3.1) からは急激に腐敗が進行する。即ち生肉を酸に浸漬した場合は腐敗細菌は pH 3.0 附近でも充分繁殖の可能性が見られる。
 - b) アミノ態窒素に於て 0.01～0.05 mol. HCl 液 (pH—5.3～3.8) では 48 時間前と後に於て全く逆の増加の傾向が見られるが、之は魚肉の自己消化酵素の至適水素イオン濃度と、腐敗細菌の發育に基づく細菌酵素の分解作用の影響であらうと考へられる。
 - c) 0.2 mol. HCl 液 (pH—1.8～2.3) では殆んど揮発性塩基窒素の増加が見られないのに対し、0.5 mol. HCl 液 (pH—1.6 附近) 以上となるとその増加の傾向は塩酸濃度の高い程甚しい。然もその増加の傾向は直線的であつて之は明らかに細菌に依る分解ではなく酸に依る化学変化の影響であると考へられる。Ettish⁽⁶⁾は、H⁺ が peptide 結合の部分に作用しその結果 1 部の peptide の分解が生ずるものと推定し、pH < 1.2 及び pH > 11.2 では極めて著名且つ不可逆的に起り、その中間の pH では僅かに且つ可逆的であると述べてゐる。そしてこの場合の水素イオン濃度は 1.8 以下であつて、この pH 附近は前報⁽⁷⁾に於て報告した様に魚肉の膨潤の最大の点であり、又魚肉と酸の結合の最大の点もこの附近⁽⁷⁾にある事から考へて恐らくこの pH 附近から魚肉蛋白の酸に依る分解作用が強行われる為であると考へられる。
 - d) 0.5 mol. HCl 液に於て揮発性塩基窒素の増加が甚しいのに拘らずアミノ態窒素の増減が殆んど行われない事から 0.5 mol. HCl 液 (pH 1.6 附近) では常温では酸による蛋白の分解とアミノ酸の分解とが、殆んど同じ割合で行われるものと考へられる。
- 即ち以上の点から考察して魚肉保蔵に対する酸の濃度は、水素イオン濃度の低い程効果的ではあるが、魚肉蛋白の膨潤の最大の点であり、蛋白と酸の結合の最大の点である pH 1.8～2.0 以下の濃厚な酸液に浸漬する場合には却つて酸に依る蛋白の分解の影響が、常温に於ても可成り顕著に見られこの場合分解されたアミノ酸は、更に低級の揮発性塩基窒素に迄分解されるものと考へられる。即ち生肉に於ては pH 1.8～2.0 附近に保蔵した場合が最も化学的にも、細菌学的にも分解作用を受ける事が少く、長期間の保蔵に耐えられるものと考へられる。

II 酸保蔵に於ける自己消化酵素の存在と腐敗細菌の影響

Buchanan⁽²⁾, Levine⁽³⁾, 鉄本⁽⁴⁾等の研究に依ると細菌の發育限界は大体 pH 4.0 以上であるが、pH 3.0 附近に於ても細菌の繁殖の影響が見られるので、自己消化酵素の存在が腐敗細菌の發育に如何なる影響を及ぼすかを見る為次の研究を行つた。

1) 研究 方 法

サバ精肉の 2.5 % 懸濁液に塩酸を加へて、0.1 mol. HCl 液 (pH 2.8) としたもの、及び同上にト

ルオール 2.0 % クロロホルム 1.0 % を加へて防腐したもの、少量の水に鯖肉を懸濁させ 90°C 30 分加熱し酵素を破壊したものに更に水及び塩酸を加へて 0.1 mol. HCl 液としたもの、及び同上にトルオール クロロホルムを加へて防腐したものを、35°C に放置して揮発性塩基窒素及びアミノ態窒素量の変化を測定した。

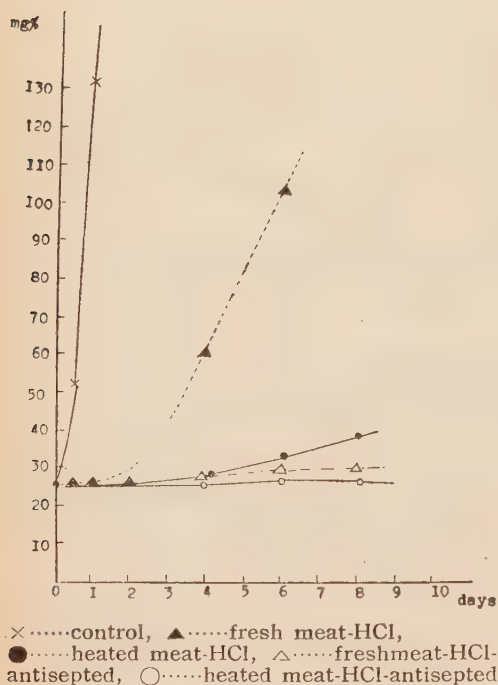


Fig. 5 Increase of volatile basic nitrogen per 100 gr. meat in 0.1 mol. HCl sol., (Mackerel meat 25 %, P.H. 2.7)

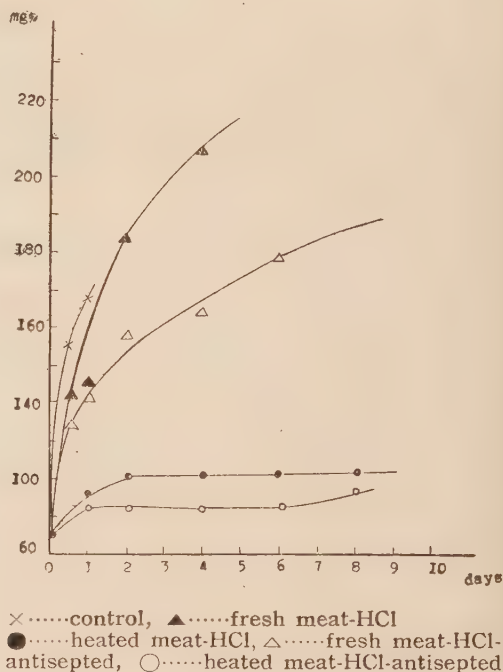


Fig. 6 Increase of amino nitrogen per 100 gr. meat in 0.1 mol. HCl sol., (Mackerel meat 25 %, P.H. 2.7)

2) 研究 結 果

結果は第5～6図に示す。即ち生肉に塩酸を加へた丈のものは4日頃から腐敗が始まつて6日後には完全に腐敗した。然し生肉に塩酸を加へてトルオール、クロロホルムで防腐したもの及び加熱肉に塩酸を加へたものは8日間放置するも揮発性塩基窒素の発生は殆んどなかつた。アミノ態窒素は生肉の場合は急激に増加しトルオール、クロロホルムで防腐したものは僅に増加の傾向が遅れる。加熱肉の場合は何れの場合に於ても其の増加量は極めて少かつた。尚 pH の変化は加熱肉では殆んど認められず、主肉の場合は fig. 1 と殆んど同様で腐敗が始まつた場合に僅に増加する。

3) 考 察

以上の結果からトルオール、クロロホルムで防腐したものは揮発性塩基窒素の発生が殆んど認められないにも拘らず、防腐しないものは極めて多量に揮発性塩基窒素が増加する事、及び加熱肉は生肉に比較して腐敗細菌に分解され易い事は川口⁽⁹⁾及び著者等の塩蔵の研究結果⁽¹⁰⁾でも明らかであるにも拘らず、加熱肉は殆んど揮発性塩基窒素が増加しておらない事から、生肉の酸保蔵の場合に於ける腐敗細菌の発育は自己消化酵素の存在又は自己消化分解産物に依つて助長される事は明らかである様に見える。

即ち酸保蔵の場合に於ける自己消化酵素作用は魚肉の軟化現象⁽¹⁾のみならず、腐敗細菌の發育可能の pH の限界に対しても極めて重要な影響があるものと認められるので、今後更に細菌学的研究等によつてこの結果を確めてみたい。

Ⅲ 結 論

魚肉を酸で保蔵する場合には従来培養基等で研究された細菌の發育阻害の限界 pH を遙に越えて pH 3.0 附近でも徐々に腐敗作用が進行し、この腐敗作用は主として自己消化酵素又は自己消化分解産物に依つて、腐敗細菌の繁殖が助長されるものと考へられる。更に魚肉の膨潤の最大の点である pH 1.8~2.0 附近以下の濃厚な濃度となると、常温に於ても蛋白は酸に依り分解され可成り顯著に揮発性塩基窒素が発生する。

Ⅳ 摘 要

- 1) シヒラ及びサバ肉を使用し塩酸に依る保蔵効果を研究した。
- 2) 腐敗細菌は 0.1 mol. HCl 液 (pH 2.7~3.0 附近) では發育が可能であり、徐々に腐敗が進行する。
- 3) 自己消化酵素を加熱に依つて破壊したもの及びトルオール、クロロホルムで防腐したものは、腐敗作用進行せず腐敗細菌の發育は自己消化酵素又は自己消化分解産物の存在に依つて助長されるものと考へられる。
- 4) 膨潤の最大の点である pH 1.8~2.0 以下の濃厚な酸溶液の場合は、魚肉蛋白は酸に依つて常温に於ても徐々に揮発性塩基窒素に迄分解され、その作用は濃厚な酸濃度となる程甚しい。

文 献

- 1) KONIG und PAUL: Z. hyg. Inf., 25, 1 (1897)
- 2) BUCHANAN and FULMER: Physiology and Biochemistry of Bacteria, 2, 315 ('30)
- 3) LEVINE and FELLERS: J. Bact., 39, 499 ('40)
- 4) 鉄本総吾: 日本水産学会誌 1 (1) 11 ('32)
- 5) 中江 正: 醸造学雑誌 19, 823 ('32)
- 6) ETTISH and J. CHIM: phys., 34, 473 ('37)
- 7) 野口・木崎: 日本水産学会誌 16 (12) 25 ('51)
- 8) 野 口: 未発表
- 9) 川口・今西・川本: 日本水産学会誌 4, (2) 88 ('35)
- 10) 野 口: 未発表
- 11) 永田・野口: 日本水産学会誌 2 (3) 121 ('33)

水産物保藏試験(第2報)

発黴防止に対する紫外線照射の効力

野口 栄三郎・佃 信夫

Storage experiments of marine product (2)

The Effect of ultra-violet rays for the growth of mould.

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

水産製品の発黴防止に対する パラオキシ安息香酸ブチールの効力については既に第1報¹⁾で報告し、更にその後9種の黴に対する効力も判定したが、何れの黴に対しても培養基試験に於てはその効果が確実に認められるにも拘らず、実際に佃煮、煉製品等に対して使用する場合には殆んどその効果が認められなかつた。そしてこの場合の製品に於ける発黴は之等の製品の放冷若くは貯蔵中に於ける空気中の落下孢子亦は塵埃の附着に基くものではないかと想像され、これら加熱食品の発黴防止は無菌的に放冷後密封貯蔵することに依つて完成されるのではないかとこの予想の下に、最近空気並に飲料水等の殺菌浄化に顕著な効果を示しておる紫外線照射の黴の死滅効果に付研究したので之を報告する。

殺菌灯の効力については既に大腸菌、枯草菌、其の他の細菌に対しては多くの研究報告⁽²⁻⁴⁾があり、何れも其の効果を認めてゐる。然し黴に対する効力に関する研究は比較的少いので予備実験として各種黴に対する殺菌効果を研究した。黴の菌種は鳥取大学応用微生物学教室の御好意に依つたものであり、殺菌紫外灯は島田硝子株式会社の提供に依つたものであつて此処に厚く感謝の意を表する。

研 究 方 法

(1) 供試黴の種類

- (1) 黒 黴 *Aspergillus Niger* inui
 - (2) 麴 黴 *Aspergillus Oryzae* vor fulugus
 - (3) 麴 黴 *Aspergillus Oryzae* vor magnospoms
 - (4) 青 黴 *Penicilium chrysogenum* Thom
 - (5) 毛 黴 *Mucor Alternaus*
 - (6) 蜘蛛巣黴 *Rhizopus javanicus* Takeda
- (2) 殺菌紫外線—島田硝子株式会社製、シマダ低オゾン殺菌灯 (GH—5153, 15W) を使用した。
- (3) 照射距離—30 cm

(4) 培養基—麴汁⁵⁾に寒天1.5%を加えた固体培養基を使用した。

(5) 培養条件—温度35°C (青黴は25°C)

(6) 各シャーレに分散された孢子数の異同を出来る限り均一とする為孢子約3白金耳を10c.c.の滅菌水に懸濁させ、15分間振盪後、硝子フィルター No. 3 で濾過したものを原液とし、大体孢子数 200 ~1,000 程度を培養し、その平均値をとつた。

研究結果並に考察

1 孢子を水溶液中に懸濁し、紫外線照射後培養した場合

原液を1,000倍に稀薄し1c.c.をシャーレ上に取り照射した。

No.	Species of mould	Time in throw a light						
		control	2 min.	5 "	10 "	20 "	30 "	40 "
1	<i>As. niger inui</i>	600	18	4	0	0	0	0
2	<i>As. oryzae vor fulugus</i>	200	12	1	0	0	0	0
3	<i>As. oryzae vor magnospoms</i>	200	—	1	3	0	2	0
4	<i>Pen. chrysogenum Thom</i>	400	8	0	0	0	0	0
5	<i>Mucor Alternaus</i>	3,000	6	1	0	0	0	0
6	<i>Rhi. javanicus Takeda</i>	20,000	17	6	12	1	1	1

2 培養基上に孢子を移殖後照射した場合

No.	Species of mould	Time in throw a light								
		control	5 min.	10 "	15 "	20 "	25 "	30 "	35 "	40 "
1	<i>As. niger inui</i>	600	16	20	3	2	0	0	0	0
2	<i>As. oryzae vor fulugs</i>	100	10	8	2	4	3	0	1	0
3	<i>As. oryzae vor magnospoms</i>	300	16	18	12	5	3	3	1	2
4	<i>Pen. chrysogenum Thom</i>	400	51	7	1	1	0	0	0	0
5	<i>Mucor Alternaus</i>	300	3	2	0	0	0	0	0	0

3 孢子を培養基と共に混合後照射した場合

No.	Species of mould	Time in throw a light						
		control	2 min.	5 "	10 "	20 "	30 "	40 "
1	<i>As. niger inui</i>	600	〃	〃	〃	〃	〃	〃
2	<i>As. Oryzae vor fulugs</i>	200	〃	〃	〃	34	28	27
3	<i>As. Oryzae vor magnospoms</i>	200	〃	〃	〃	〃	〃	〃
4	<i>Pen. chrysogenum Thom</i>	400	200	120	100	60	〃	〃
5	<i>Mucor Alternaus</i>	3,000	〃	〃	〃	〃	〃	〃
6	<i>Rhi. javanicus Takeda</i>	2,000	〃	〃	〃	〃	〃	〃

考 察

上記試験結果から黴の發育阻止、抑制に対する紫外線の効果は、照射方法に依つて可成りの影響があり、特に培養基と胞子とを混合後、照射した場合には殆んど効果が認められなかつた。これは培養基が紫外線を透過し難い為であると考へられるが、表面上に胞子を散布後照射した場合にも単に胞子を水溶液中に懸濁し、照射した場合に比較して發育抑制の効果が下る様に思われる。即ち殺菌紫外線の効果は空気、又は水の如く透過率の高い物に懸濁されておる場合か、或は直接暴露された胞子に対してのみ効果が期待される。上記試験結果から見て、青黴、毛黴、黒黴は比較的弱く、直接照射の場合は5分以内、培養基上では15~20分以内で抑制死滅されるが、麴黴 (*As. oryzae* var *magnosporus*) 及び蜘蛛巣黴 (*Rhi. javanicus* Takeda) は比較的抵抗力が強く30分~40分内外を要してゐる。

原用⁽²⁾に依れば麴黴の99%を殺すに要する時間は15W、50 cmの距離で28分間を要すと云ひ、東京都衛生研究所の報告⁽³⁾では *Penicilium* は30 cmの距離で3分間で死滅し、*Aspergillus Niger* は10分間の照射では死滅しておらず、大体本研究と同様な結果を示してゐる。即ち本紫外線照射は黴に対し死滅効果を示すが、紫外線の透過性が極めて鋭敏に影響され、紫外線照射の方法に依つて甚しくその効果に影響を及ぼすので照射方法に充分に注意することが必要であり、且つ完全に暴露された黴の胞子に対しても黴の種類に依つてその抵抗性が可成異ると考へられる。

摘 要

- (1) 各種の黴に対し紫外線(2537Å附近)照射を行ひ黴の死滅効果に関し研究した。
- (2) 紫外線の透過性は極めて鋭敏であり、直接照射されない限りその効果は期待出来ない。従つて照射方法については、深甚なる注意が必要である。
- (3) 黴の種類に依つて抵抗力が異り、毛黴 (*Mucor Alternaus*)、黒黴 (*As. Niger inui*)、青黴 (*Pen. chrysogenum* Thom) は弱いが、麴黴 (*As. Oryzae*) 及び蜘蛛の巣黴 (*Rhi. javanicus* Takeda) は比較的強い。

参 考 文 献

- 1) 野口・尾藤：日本水産学会誌 15, 1.1~6. ('48)
- 2) 原田・富樫・芋谷：東芝レビュー, 第4巻, 昭和24年, 43~47
- 3) 島田硝子株式会社：パフレット 低オゾン殺菌燈
- 4) " : " " 応用資料 (1)
- 5) 宮路憲二：応用微金学 下巻

赤外線及紫外線照射による魚肉罐詰剥皮防止試験

野口 榮三郎・大竹 茂夫

Research on the effect of infra-red and ultra-violet rays to prevent from the skin peel in canned fishes.

Eizabro NOGUCHI and Shigeo OTAKE

油漬罐詰、トマト漬罐詰或は水煮罐詰等に於て製造工程の如何が品位に悪影響を及ぼすのは、罐内液汁の溷濁と魚皮の剥皮である。之を防ぐ為に多くの場合魚体に乾燥操作を施すのが普通である。通常油漬罐詰では魚体を塩漬後、風乾（通常数時間）し油燻を行ひ、またトマト漬では天日乾燥を数時間行つてから蒸煮脱水後罐詰とする。最近では熱風乾燥機等を使用することもあるが、乾燥操作に依つて多くの経費を要し、且つ能率が阻害されるのでトマト漬等に於ては生詰法に依る場合が多い。然し生詰法⁽¹⁾に依る場合は原料が新鮮で肉色も白色を呈し良好であるが、液が混濁し剥皮し易く魚皮に光沢がないので、理想的方法とは云ひ難い。極めて能率的に且つ新鮮な原料を使用して剥皮又は液の混濁を生ぜず、魚皮に光沢を生じさせる罐詰の製法の研究は罐詰製造業界にとつては極めて重要な事柄である。普通魚体を天日乾燥した場合に起る魚皮の変性は、乾燥脱水に依る影響と紫外線に依る蛋白変性に基くものと考へられるが、我々はトマト漬或は油漬罐詰製造工程に於ける天日若くは熱風乾燥に代る方法として、紫外線照射及び赤外線照射に依る方法を予備的に研究したので敢て其の結果を報告する。

研 究 方 法

紫外線は島津製アクメ太陽燈を使用し、赤外線は赤外線電球（100V, 375W）を使用した。原料魚は新鮮なマイワシ及びサバ等を使用した。魚体は塩漬後金網上に竝べ直下に照射し通風の場合は手製の扇風器を使用した。予備試験であつたので風速その他の測定も省略し、又実験を要すべき事項も多かつたが之を省略した場合もあり、今後改めて正確な研究を行つて報告する積りである。

結 果

1) 紫外線照射に依る魚皮の外観的变化

新鮮な鯖を皮面から紫外線を照射した。距離は太陽燈バーナより 31 cm とした。

第 1 表 魚皮に対する紫外線照射の影響

照射時間	温度(皮面)	肉 眼 的 観 察	100°C 沸騰水中で加熱後の肉眼的観察
8分	39°C	変 化 な し	対照と同様
15〃	〃	〃	斑剥とならず大きく一様に剥げる
30〃	〃	稍黄金色を呈す	} 同上剥げ難くなる
42〃	〃	金色となる	
90〃	〃	金色、幾分乾燥気味	

即ち紫外線照射に依つて魚皮は変性し、剥皮する場合も斑剥げを起さず、大きく剥げ易くなる。特に皮面が黄金色を呈して来る事が著しい特長の様に見える。

2) 赤外線、紫外線照射に依る魚肉の性質に及ぼす影響

鯖肉をチョツパーに掛け細碎裏ごし後、硝子板に塗布し、31.0 cm の距離から40分間直射したこの場合の温度は39°Cであつた。

第 2 表 赤外線及び紫外線照射の魚肉蛋白に及ぼす影響

資 料	水 分	全窒素	水 性 可 溶 性 窒 素	トリクロール 酸液沈澱窒素	$\frac{\text{sol N}}{\text{total N}} \times 100$	$\frac{\text{Ppt N}}{\text{sol N}} \times 100$	備 考
紫外線照射	% 63.62	(12.72) 4.63%	(0.296) 0.108%	(0.187) 0.068%	% 23.32	% 62.24	() は無水 物に対する%
赤外線照射	61.32	(13.26) 5.13	(0.276) 0.107	(0.162) 0.063	20.85	59.32	
対 照	72.32	(12.64) 3.51	(0.212) 0.059	(0.166) 0.046	16.66	77.55	

即ち赤外線及び紫外線照射に依つて一種の加熱凝固的の変性⁽²⁻³⁾が行われる様で、脱水されると共に、水溶性窒素は増加するが蛋白沈澱体窒素の増加は比較的少く、特に赤外線照射の場合には水溶性窒素中の蛋白沈澱体窒素は減少する様に見られる。

3) オイルサーデン剥皮防止試験

京都府水産試験場の協力を得て京都府宮津町に於て施行した。塩漬後の鰯を金網上に並び、両面から(距離 20 cm) 赤外線照射を行つた。開罐後の品評は神戸市所在農林省水産物検査所の判定に依る。

第 3 表 各種製法に依るオイルカーデン罐詰に対する品評結果

番号	製 法	魚体内 温 度	真空度	総重量	内 容 量	固形量	液 量	開罐後 状 態	液 汁	形 態	備 考
1	2時間天日乾燥後、常法 通り油燻後肉詰		3°C	156g	101g	66g	35g	a	a	a	
3	同 上		3	150	94	60	34	b	a	a	
6	乾燥を行わず油燻後、肉 詰		1	153	97	44	53	c	b	c	乾燥不充分 水分多く肉 崩れ大
7	赤外線10分間照射、通風 油燻後肉詰	51.5	3	161	104	73	31	a	b	a	
8	赤外線10分照射、無風、 油燻後肉詰	60.0	4	152	94	65	29	a	a	a	
9	赤外線15分照射、無風、 油燻後肉詰	60.0	5	156	98	75	23	a	a	a	
10	赤外線15分照射、無風、 油燻後肉詰	96.5	4	150	89	62	27	a	a	a	
11	赤外線10分照射、無風、 油燻せず、肉詰	50.0	1	156	97	59	38	b	c	b	乾燥不充分 水分多く肉 崩れ大
12	赤外線15分照射、無風、 油燻せず、肉詰	60.0	4	151	95	48	47	c	b	c	同 上
13	赤外線15分照射、通風、 油燻せず、肉詰	75.0	3	155	91	57	34	b	b	b	
14	生詰、蒸煮、脱水後、肉 詰		3	151	98	69	29	b	a	a	

即ち赤外線で10分～15分間無風にて照射後油燻したものは、常法通り2時間天日乾燥したものと比較して、差異が見られなかつた。然し油燻しないものは脱水が不充分であり不良であつた。赤外線照射後蒸煮脱水したものは試験しなかつたが恐らく効果はあるものと想像される。本試験に依つて油燻操作をはぶく事は出来なかつたが、従来多くの工員と時間を要した天日乾燥行程は、10～15分間の赤外線照射に依つて極めて短時間に完了されることは期待される。

4) トマトサーデン罐詰剥皮防止試験

香住町で巾着網漁獲に依る大羽鰺を原料として試験した。原料鮮度は極めて良好であり、一罐平均6～7尾詰の大羽鰺原料で脂肪も多く原料イワシとしては最上のものであつた。製法は常法に依り塩漬後金網上に並べ、両面から20 cmの距離で赤外線を照射後肉詰し、100°C、40分間蒸煮後脱水し、トマトパルプを注入罐詰とした。

第 4 表 各種製法に依るトマトサーデン罐詰の開罐結果

番 号	製 法	開罐後の総合判定	備 考
1	生詰、蒸煮脱水せるもの	9	数字は順位を示す
2	2時間風乾後、蒸煮脱水せるもの	7	
3	無風、赤外線10分照射後、蒸煮脱水せるもの	4	
4	無風、赤外線5分照射後、〃 〃	5	
5	通風、赤外線10分照射後、〃 〃	3	
6	通風、赤外線5分照射後、〃 〃	1	
7	通風、赤外線3分照射後、〃 〃	2	
8	無風、赤外線3分照射後、〃 〃	6	
9	通風、赤外線2分照射後、〃 〃	8	

即ち赤外線で3分～10分（通風）又は10分（無風）照射したものは液汁の混濁及び剥皮なく、極めて良好であり、生詰及自然乾燥に比較して著しく良好であつた。

摘 要

(1) 従来オイルサーデン又はトマトサーデン罐詰等の製造に於て長時間の行程を要した乾燥行程を、赤外線照射に依れば極めて短時間（トマトサーデンに於ては3～5分、オイルサーデンに於ては10～15分）に短縮することが出来る。

(2) 従つて乾燥行程中に於ける自己消化其の他の影響に依る鮮度低下を防止することが出来る。

(3) 乾燥行程の短縮に依つて作業能率を増進することが出来る。

(4) 紫外線照射は剥皮防止に大きな期待は懸けられないが、魚皮の光沢を増加させる効果はある様である。

(5) 紫外線若くは赤外線照射は魚肉及び魚皮に加熱変性の如き変性を起さしめ、可溶性窒素は増加するが蛋白沈澱窒素の量は減少し、従つて液汁の混濁防止に役立つ様である。

尙今後本研究を続行する予定であるが、本実験に御協力を賜つた京都府水産試験場、兵庫県立香住水産高等学校及び日水研利用部各位に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 下井・野口・大岩： トマトサーヂン罐詰の研究第6報，水産研究誌 34, 2, 62~70. 1939
- 2) 有山・志村： 蛋白質化学 p. 407~408
- 3) 赤 堀： アミノ酸及蛋白質 p. 506~509

湯煮品、半乾品、焼魚、煉製品等の製造地理学的研究

野口 榮三郎・木 崎 五 一

Geographycal ressearch for the fisheries foods
(semi-dry-salted fish, boiled fish and fish cake etc.)

Eizaburo NOGUCHI and Goichi KIZAKI

茹いか釜揚げ等の湯煮品、焼ぎす焼さば等の焼魚、乾かれい乾ぎす等の半乾品及び竹輪、蒲鉾等の煉製品は、日本人の嗜好に適しその需要も莫大であるが、極めて変質し腐敗し易い為、これらの製品の製造可能地域は大都市の周辺に限られておつた。これらの製品の製造歩留は良好であり、製造方法も簡単で、製造原価も低く、加ふるに食味も良好であるので高価に販売され、加工製品としては最も有利な製品である。

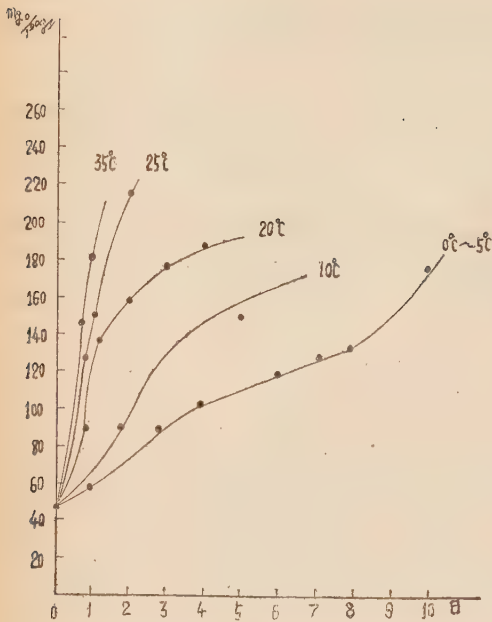
近年明石市周辺では長崎地方から数十万貫の原料いわしを移入して、いわしの半乾品を製造販売して成功を収め、或は香住地方では北海道方面から、かれい等を移入して、半乾品に製造加工して事業化することが出来るのは、全く半加工製品の保蔵期間に影響されるものであつて、北海道又は長崎方面から原料鮮魚として大消費地に輸送することは出来るが、半加工品として輸送出来ないと云ふ理由に依る事が大きい。(勿論労働力等の関係もあるが)

香住地方に於いて第一次加工が極めて盛んであるに拘らず、主要漁場を地先に有する鳥取、島根地方でこれ等の水産加工が左程盛んとならなかつた原因は種々あると思われるが、香住地方までは早期市場に陸揚された原料魚を昼迄に処理し3~4時間乾燥して、其の日の夕刻貨車積発送すれば翌朝の京阪神市場に間に合ひ、其の日の市民の夕食の膳に上せ得るのに対し、鳥取県では貨車積の時間が早朝となる為、翌日の市場に間に合はず、翌々日の市場となり、市民の口には製造後3日目とならねば入らないので、香住地方に比較し保蔵期間が1日延期される関係上、上干品となさざるを得ないと云ふ地理的影響も大きな原因ではないかと考へられる。これらの製品は前述の様に極めて腐敗し易い為、輸送中の事故に依る遅延、思はざる気温の上昇等に依つて輸送中往々腐敗し、思はざる損失を被むる事が多く、輸送業者、取扱業者、生産者の間に種々の問題を起し、稀には市民に中毒事件を起す事も多い。しかし斯様な種々の困難な問題を解決する為の研究は殆んど行はれておらないので、取敢へず我々は現在製造されてゐるこれら半加工品の各温度に於ける腐敗、変質状況を調査し、併せて半加工製品の製造可能地域の研究を行つたので其の結果を報告する。

(1) 半乾カレイの保蔵期間と製造可能区域

研究材料は香住町加工業者の製造(10月25日)した中羽(体長20cm内外 体重50g内外)の宗八カレイ(方言エテカレイ)で、製法は用塩量1割の立塩漬に依る常法、乾燥は曇天2日乾で、製品歩留りは約60%との事であつた。

製品の水分含有量は67.4% 塩分3.93%で香住地方冬期製造の乾ガレイとしては普通の乾燥程度である。揮発性塩基窒素は42.0mg/100gで、製品自体の鮮度は余り良好でなかつた。これを0°C~5°C、20°C、25°C、35°Cの各温度に貯蔵し、増加する揮発性塩基窒素量を測定した。普通鮮魚の場



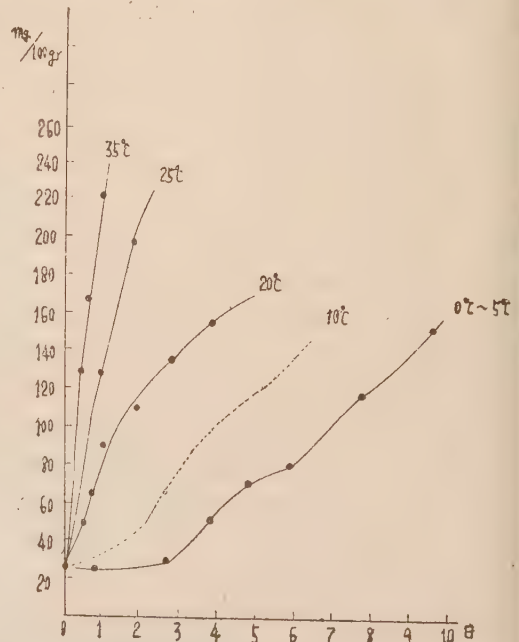
第1図 各温度に於ける揮発性塩基窒素の増加
(半乾カレイ)

合は魚肉100gr.に対し、30mg.の揮発性塩基窒素量が発生すると腐敗の初期であると云はれてゐるが、揮発性塩基窒素は腐敗細菌のみならず他の色々の原因でも発生し、普通半乾品を見た場合は、肉眼的に見て60 mg.程度となると腐敗の初期で、80~100 mg.迄はどうか市場価値もあり食用に耐へられる様であるので、80mg.を市販価値、食用価値の限度とした、この程度の半乾品では気温35°Cでは製造後10時間以内、25°Cでは10時間、20°Cでは15時間0°C~5°Cでは50時間内外で、商品価値が無くなるものと考へられる。今香住地方の平均気温を見ると、第5図の様に、5~6月及10月頃の気温は20°C内外であるから精々、15時間内外で腐敗するのでこの程度の乾燥では5~6月頃は製造出来ない事が判明する。原料魚が最も多く、製造の一番盛んな11月~12月、及び3~4月の気温は10°C内外であつて、この時の貯蔵期間の研究は出来なかつたが、上記研究結果から判断して(普通腐敗は温度10°C下の毎に2.0~2.5倍延長し得る)、35~40時間位の保蔵期間が予想

されるので、夕方出荷したものが翌朝市場に着荷する場合は良いが、翌々朝の市場にかかる場合は腐敗の傾向が見え、其の日の夕食の膳に上らせる事は出来ない。即ち現在の輸送事情から行つて、京阪神を中心とした場合200軒以内ならば、気温10°C内外の場合はこの程度の製品でも販売し得られる様である。然しこれは途中の思はざる事故、気温の上昇等を考慮に入れない場合であつて、当然この時期に於ても山陰線では香住以遠、北陸線では敦賀以遠では製造は困難且つ多分の危険性があるものと考へられる。平均気温0°C~5°Cの1月~2月的时候であれば、保蔵期間も可成り延長されて60時間内外となるので、その製造加能区域も可成り延長され、京阪神地区を中心とする輸送距離を2日間見てもよいので浜田、境、金沢、新潟からも輸送することが出来るが、北海道地区からの輸送は不可能と考へられる。勿論乾燥程度を良好とすれば、春秋の温暖な時候でも之等の地区からの輸送は可能であるが、この場合は水分量も60%以内、製品歩留りも50~55%以下とする事が必要である。

(2) 焼魚の場合

供試材料は底曳ものニギス(オキギス)で体長16.5 cm、体重46.0g内外のものを内臓を除去せず、そのまま串に刺し焼いたもので歩留りは63%程度の由。水分量は69.49%であつた。原料鮮度は極めて

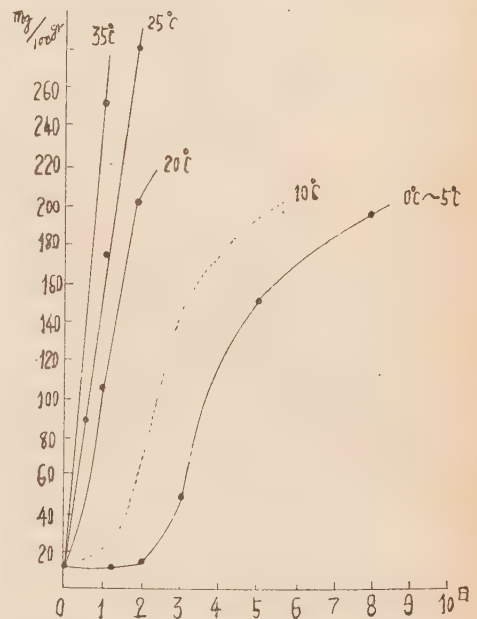


第2図 各温度に於ける揮発性塩基窒素の増加
(焼ギス)

良好のもので、揮発性塩基窒素量は $25.48 \text{ mg}/100\text{g}$ で、焼魚としては最上品と考へられる。然しこの程度のもので 20°C の気温では24時間以内で腐敗するから、夏期京阪神に出荷することは山陰北陸地区からは不可能であり危険である。勿論この場合も内臓を除去し、充分焙焼すれば可成り期間の延長が出来るから、夏期の焼鯖で内臓を除去し、充分に焙焼したものは安全であると考へられる。 10°C の気温では約3日間、 $0^{\circ}\sim 5^{\circ}\text{C}$ の気温ならば6日間も保蔵出来るから、鮮度良好な原料ならば歩留り63%程度に焼上げると、11~12月、及び3~4月の候ならば境、金沢地区からも輸送することが出来1~2月の厳冬の候ならば更に遠距離からも、安心して輸送することが出来る。

(3) 茹物の場合

供試材料は白イカ(底魚漁獲物, ヤリイカの幼体)で、平均体重 25gr. 内外のもので、製造方法は沸騰水中で約2分間程度煮熟し、歩留りは70%程度の由、製品の水分量極めて多く 81.2% であつたが鮮度極めて良好で揮発性塩基窒素量は $9.24 \text{ mg}/100\text{g}$ であつた。茹イカは上面に氷を載せ冷却して輸送するのが普通であるが、碎氷が無くなると水分が極めて多い為急激に腐敗が開始され、 20°C の気温では20時間で腐敗するから、夏期は充分に氷を入れ碎氷が常に絶えない様に注意する事が必要である。 10°C 附近では約2日、 $0^{\circ}\sim 5^{\circ}\text{C}$ では約3日間の貯蔵期間がある。1~2月の酷寒の候は水分量が増加するので、保蔵の為には却つて碎氷を使用せず其儘輸送する方が良いと考へられる。要するに茹物は水分量が極めて多いので、気温の上昇に依つて急激に腐敗するから、途中碎氷を追加するか又は碎氷が融け切らない内に、市場に到達する距離に製造可能区域が限定される様であつて、現在では春秋



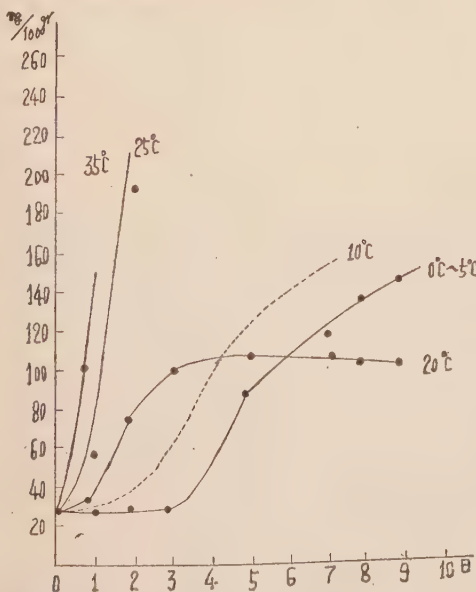
第3図 各温度に於ける揮発性塩基窒素の増加 (茹イカ)

期では大消費地都市周辺 200 軒以内に限られ、境、金沢方面からの京阪神方面への輸送は困難であるが、冷蔵貨車を使用するか若くは1~2月の候ならば充分輸送し販売する事も出来る様である。

(4) 煉製品の場合

供試竹輪の材料はカレイ及びノドグロ(アカムツ)を等量地使用し、澱粉使用量は12%であつて、電熱で焼き上げた普通品である。水分含有量は 69.68% で揮発性塩基窒素量は $25.76 \text{ mg}/100\text{g}$ 県営検査一等合格品であつた。

25°C の気温では24時間で稍ネトが発生し、 20°C では48時間でネトが発生、腐敗の徴候



第4図 各温度に於ける揮発性塩基窒素の増加 (焼竹輪)

が見えた。夏期5～6月の候では、保蔵期間は精々1日半であるので浜田、境、金沢方面からの京阪神地区への出荷は危険である。10°Cの気温となれば保蔵期間も3日に延長をされるので浜田、境、金沢地区からの出荷も可能であるが輸送中の事故、其の他不慮の事故を考へると安心は出来ない。

市場に到着後即時に販売出来ない場合は冷蔵庫に収容するのが普通であるが、冷蔵庫に収容した場合でも保蔵温度が0°～5°Cの範囲では製造後5～6日で腐敗（この時ネットは発生しないが）し、極めて危険であるから注意する必要がある。

結 論

第1表 製造後、販売し、食用に供せられる迄の時間

第 1 日		第 2 日		第 3 日		第 4 日		第 5 日	
	製造終了 出荷時間	市場取 引時間	夕食 時間	市場取 引時間	夕食 時間	市場取 引時間	夕食 時間	市場取 引時間	夕食 時間
	16時	7時	18時	7時	18時	7時	18時	7時	18時
経 過 時 間	0時	15時	26時	39時	50時	65時	74時	89時	98時
半 乾 が れ い 水分 (67.4%)	気	25°C	+	+	+	+	+	+	+
		20°C	±	±	+	+	+	+	+
	温	10°C	—	—	±	+	+	+	+
		0～5°C	—	—	—	±	+	+	+
焼 き す (69.5%)	気	25°C	+	+	+	+	+	+	+
		20°C	—	±	+	+	+	+	+
	温	10°C	—	—	—	—	+	+	+
		0～5°C	—	—	—	—	—	—	—
茹 い か (81.1%)	気	25°C	+	+	+	+	+	+	+
		20°C	±	±	+	+	+	+	+
	温	10°C	—	—	—	+	+	+	+
		0～5°C	—	—	—	—	—	+	+
焼 竹 輪 (69.7%)	気	25°C	—	±	+	+	+	+	+
		20°C	—	—	—	±	+	+	+
	温	10°C	—	—	—	—	—	—	+
		0～5°C	—	—	—	—	—	—	—

備考 +腐敗 ±稍腐敗 —食用可能

以上の結果を取纏めたものは、第1表の製造後販売し食用に供せられる迄の時間の表であるが、この表を見ても明らかな様に半乾品は、他の焼魚、茹物、煉製品等に比較して水分含有量が少いのにも拘らず、割合に早く腐敗するものであることが判明する。これは焼いたり、茹たりする事に依つて自己消化酵素作用が破壊され、また附着しておつた種々の細菌が死滅される為、腐敗が初まる迄の時間が延長される結果であつて、高温度では左程この間に差異が認められないのは、高温度では腐敗細菌が極めて急激に繁殖する為である。尙一度腐敗が開始されると低温度でも茹又は焼いたものと半乾品との間には差異がなく殆んど同様の速度で腐敗が進行する。尙これらの半加工品を冷蔵庫に貯蔵した場合、0°C～5°C程度の温度では鮮魚と殆んど変りがなく3～4日間で腐敗するからこの点も充分考慮しておかねばならない。

即ち半乾品、茹物、焼物、煉製品等の鮮魚扱ひの半加工品の製造事業の成立する区域は保存期間の関係から、大消費都市の周辺に限定され、10°C～20°Cの気温に於て市場に到着する迄の時間が15時間以内に到達し得る区域に限定され、大体距離として200 軒以内で、これらの原料が豊富に且つ比較

的安価に入手されると共に、適当な乾燥場を持つ場所に限定され発達したものと考へられる。勿論この地域は輸送施設の改善とスピードアップに依つて、徐々に拡張される傾向にあるが、鮮魚輸送の場合に比較して砕氷をのせて氷蔵し、輸送することが出来ないのと、製品であるとの観念に依つて保蔵の点に比較的関心の薄いこと、共同出荷が充分に行はれず、冷蔵貨車の使用等を殆んど行わない事等の為に、半加工品の製造が極めて有利であり、且つ日本人の嗜好に適し、販路も比較的広いのに拘らず製造加工が振わないものと思われる。これらの諸点が改善され関心が払れるならば、少く共鮮魚輸送の出来る程度の所であるならば、半加工品の製造も可能であり、製造可能区域の拡張も出来るものと考へられる。尙斯様な半加工品製造の際注意すべき2～3の事項を述べると、

1) 加熱製品は気温が低い場合(20°C以下)は、生干品、薄塩物等より、水分含有量が多い場合でも、貯蔵力が長いが、高温の場合は水分量が多い為早く腐敗しやすい。

2) 冷蔵庫に収容しても0°C～5°Cでは3～4日間しか貯蔵出来ない。

3) 貨車積が午前中の場合は夕方迄鮮魚のままでおき、夜間製造して早朝荷作りし出荷し翌朝の市場に間に合う様出荷することも地区に依つては考慮される方法である。

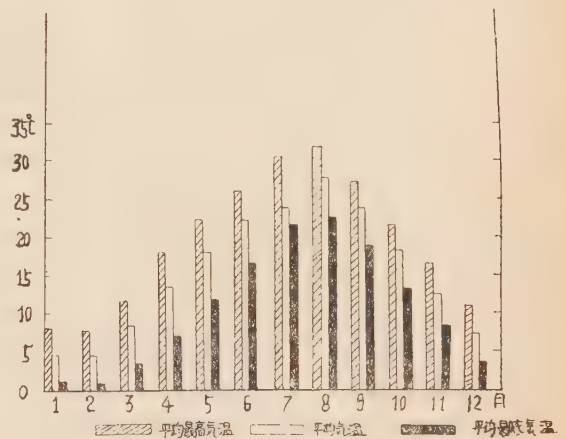
4) 気温の高い場合は極めて短時間の間に腐敗しその変化が甚だしいから、荷造りの場合は成べく薄く容器に入れて空気の流通を良くし温度を低下させる様に努力すべきで荷造りした物は日蔭の涼しい所に置き直射日光に当てる様な事は絶対にさげねばならない。

5) 初めに附着してゐる腐敗細菌の数が多いと腐敗も極めて急激に進行するから、半加工品

製造の場合は特に原料の鮮度に注意し、且つ充分に洗滌を行つて、製造工程に於ても衛生的に行ひ、腐敗細菌の附着を防ぐべきであり、これら半加工品は未だ各種細菌が繁殖するのに極めて良好な状態であるので容器、荷造り等の場合にも充分注意を払ふべきである。

6) 春、秋若くは夏期に於ては輸送中思はざる気温の上昇があり、特に貨車に於ては密閉してあるので室温の上昇が激しいから出来れば冷蔵貨車の使用が望ましい。

7) 茹物、焼魚、煉製品等は其の儘直ちに食用にする場合が多いので製造過程、輸送過程、市場に於ける取扱過程、小売過程等に於ては最も衛生的に取扱ふ事が必要であり、病原菌の附着や、腐敗の怖れのある場合はその製造販売を禁止すべきである。



第5図 香住地方平均気温図

煉製品の保藏に関する研究(第1報)

フラスキンによる澱粉の殺菌効果について

野口 栄三郎・佃 信夫

A study on the preservation of fish cake (1).

Antibacterial action of 5-nitro-2-furufural semicarbazone
for the starch.

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

底曳漁獲物の処理方法としては現在鮮魚消費のみならず塩蔵、塩乾等種々の加工方法があるが将来之等底棲魚類の処理法としては鮮魚消費及び煉製品の製造に其の重点が移るものと考えられる。特に煉製品は鮮魚としての消費に適さない低級魚種、鮮度低下魚種、小型魚種の利用法としては最も効果的な方法であり、剩へ最近の製造工程の機械化に依つて生産原価の切下げと大量生産の可能性に依つて農村方面への販路も拡張されその需要及び生産は益々増大されるものと期待される。煉製品の研究としては原料学的の研究、生産工程の研究等種々あるが現在販路拡張上最も重要な阻害原因の一は保藏期間が極めて短く鮮魚と大差が無いことで夏期温暖の候では製造後1~2日間で既にネトが発生し、往々腐敗中毒等の現象を起すことである。

ネトの発生防止方法としては既に東原氏¹⁾等に依る過酸化水素塗布方法等があるが、実際的には普及されておらず、亦最近ニトロフラズン類が防腐剤として極めて好適であり、種々の食品にも利用されることから煉製品についても多くの研究が行われて或る程度その効果が確認され既に之が使用も許可された。

木俣氏²⁾は最近煉製品の腐敗に関する研究を發表し、煉製品の腐敗は魚肉中に含有される細菌よりは副原料として使用される澱粉中の細菌に依る影響の方が強いことを暗示し、横関氏⁴⁾等も之等の微生物の影響が強いとして澱粉の殺菌を行いその効果を認めている。横関氏等は澱粉の殺菌にはニトロフラズンは効果が少く塩酸が適当であるとしたが澱粉を適量のニトロフラズン(フラスキン)液中に浸漬し滅菌したものをそのまま使用すれば製品の防腐にも役立ち効果的ではないかと考えて本研究を行つた。

研 究 方 法

市販澱粉(馬鈴薯澱粉1等品)1gにフラスキン飽和液(1:4,200), 1/2飽和液, 1/3飽和液, 1/10飽和液各9ccを加え時々攪拌し、一定時間後滅菌ビペットで一定量を採り、滅菌水で100~1000倍に稀釈、常法に依り培養した。培養基その他は連絡情報記載の通りであるが温度は35°Cとし24時間後発生する集落数を算えた。この際培養基に於けるフラスキンの影響は殆んど認められなかつた。

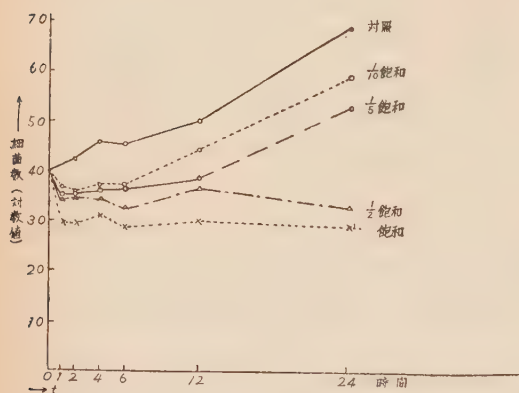
結 果

第 1 表 フラスキンに依る澱粉の滅菌効果

浸漬時間	対照 (蒸留水)		飽和フラスキン液		1/2飽和フラスキン液		1/5飽和フラスキン液		1/10飽和フラスキン液	
	細菌	黴	細菌	黴	細菌	黴	細菌	黴	細菌	黴
0時間	1.0×10^4	1.2×10^4	1.0×10^4		1.0×10^4		1.0×10^4		1.0×10^4	
1			8.0×10^2		2.6×10^3		3.3×10^3		4.7×10^3	
2	1.5×10^4		8.0×10^2		3.1×10^3		3.4×10^3		3.5×10^3	
4	3.6×10^4		1.4×10^3		2.5×10^3		4.6×10^3		5.0×10^3	
6	3.0×10^4		7.0×10^2		1.7×10^3		4.2×10^3		4.4×10^3	
12	1.0×10^5	2.0×10^4	1.0×10^3	1.6×10^4	5.2×10^3	2.2×10^4	7.0×10^3	1.4×10^4	2.6×10^4	1.1×10^4
24	7.8×10^6	2.0×10^4	8.0×10^2	2.0×10^4	2.0×10^3	1.2×10^4	2.3×10^5	1.6×10^4	8.3×10^5	2.0×10^4

考 察

横関氏⁴⁾等はニトロフラゼン類に依る澱粉の殺菌効果は極めて少く発育阻止又は抑制的に作用する程度で時間的影響も認められないと報告しているが、本研究に依ると飽和及び1/2飽和フラスキン液中に澱粉を浸漬した場合 には時間的影響は認められないが、細菌数を1/10程度に減少することは出来た。



第 1 図

フラスキン溶液中に浸漬した澱粉1g中の細菌数

を示すが水分の添加に依る細菌の繁殖の方がフラスキンの殺菌若くは発育阻止作用より強くなる為ではないかと考えられるので更に研究を行う予定である。

摘 要

- 1) フラスキンに依る澱粉の殺菌効果を研究した。
- 2) フラスキンの飽和液若くは半飽和液に澱粉を浸漬すれば或る程度滅菌することが出来る。
- 3) 1/2飽和液以下の濃度では一定時間迄は細菌数が減少するが、ある時間を経過すると再び細菌数は増加する。

文 献

- 1) 東原正夫: 特 許
- 2) 相磯和嘉: Nitrofurazone に依る水産加工品の防腐研究 (パンフレット)
上野製薬株式会社: 竹輪梅焼等に対するフラスキンの防腐効果 (パンフレット)
- 3) 木俣正夫: 水産煉製品の腐敗に関する研究, 日本水産学会誌, 16 (9) 1651
- 4) 横関源延・大島 浩: 煉製品の保蔵に関する研究 (第4報) 北水試月報, 7 (10) 1950
- 5) 上野製薬株張会社: フラスキンの食品防腐剤としての研究 (基礎篇) (パンフレット)

煉製品の保蔵に関する研究(第2報)

フラスキンによる殺菌澱粉の使用とセロファン包装による保蔵効果

野口 榮三郎・木 崎 五 一

A study on the preservation of fish sake (2).

Effect of the preservation by using the sterilized starch and
by packing with the celophan paper

Eizaburo NOGUCHI and Goichi KIZAKI

前報に依りフラスキン液に浸漬する事に依り澱粉が或る程度滅菌される事は明らかであるのでフラスキンに依る殺菌澱粉の使用及び硫酸紙、セロファン紙に依る外部包装の煉製品の腐敗防止に関して予備的研究を行つたのでその結果を報告する。

研 究 方 法

原料魚肉はカレヒ(鮮度普通)肉を用い、次表のように原料を配合し乳鉢中で10分間搗潰良く混入して沈澱管に肉詰めし、蒸煮を行つた。

蒸煮は20~25分間で中心温度90°Cとなれば中止した。放冷後、直ちに温度37°C、湿度60~76%の恒温器内に放置し、肉眼的検査及び細菌数の測定を行つた。硫酸紙及びセロファン紙包装のものは搗潰肉を直ちにセロファン紙又は硫酸紙に包み蒸煮してそのまま恒温器内に放置した。

第 1 表 資 料 調 製 法

番号	項 目	調 製 方 法	備 考
1	対 照	原料肉50g, 馬鈴薯澱粉5g, 蒸溜水5.5cc, 食塩2gを搗潰蒸煮す	
2	殺菌澱粉混入 (フラスキン量 $\frac{1}{50,000}$)	原料肉50g, 馬鈴薯澱粉5g, 飽和フラスキン液5.5ccを加え良く攪拌し, 24時間放置し食塩2gを加え搗潰す	フラスキン量は計算量で約 $\frac{1}{44,000}$ 量となる。細菌培養の結果は少量の酵母類を除いては発育しない
3	殺菌澱粉混入 (フラスキン量 $\frac{1}{20,000}$)	原料肉50g, 馬鈴薯澱粉5g, 飽和フラスキン液3.5cc 水2.0ccを加え良く攪拌し, 24時間放置し食塩2gを加え搗潰す	
4	フラスキン混入($\frac{1}{50,000}$)	原料肉50g, 馬鈴薯澱粉5g, 飽和フラスキン液5.5cc, 食塩2gを加え搗潰す	
5	フラスキン混入($\frac{1}{70,000}$)	原料肉50g, 馬鈴薯澱粉5g, 飽和フラスキン液3.5cc, 食塩2gを加え搗潰す	
6	フラスキン混入 セロファン紙包 装($\frac{1}{50,000}$)	4の資料をセロファン紙で包み蒸煮す	

7	フラスキン混入 $\left(\frac{1}{50,000}\right)$ 硫酸紙包装	4の資料を硫酸紙に包み蒸煮す	
8	セロファン紙包装	1の資料をセロファン紙で包み蒸煮す	
9	硫酸紙包装	1の資料を硫酸紙で包装し蒸煮す	

結 果

肉眼的観察結果及び細菌培養結果は第2表及び第3表に示す通りであつた。

第2表 肉 眼 的 観 察 結 果

番号	項 目	観察項目	24時間後 (1日後)	48時間後 (2日後)	72時間後 (3日後)	96時間後 (4日後)	130時間後 (5日後)	178時間後 (7日後)
1	対 照	ネト臭気 黴	僅にネト発生 稍不良 ナ シ	全面的に発生 悪臭 ナ シ	同 様 同 カビ発生	〃 〃 全面的に発生	〃 〃 〃	〃 〃 〃
2	殺菌澱粉使用 フラスキン $\frac{1}{50,000}$ 混入	ネト臭気 黴	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 稍良好 黄色カビ発生	ナ シ 悪シ 全面に発生
3	殺菌澱粉使用 フラスキン $\frac{1}{70,000}$ 混入	ネト臭気 黴	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 黄色カビ一ヶ発生	ナ シ 稍良好 〃	ナ シ 悪シ 全面的に発生	ナ シ 悪臭 〃
4	普通澱粉使用 フラスキン $\frac{1}{50,000}$ 混入	ネト臭気 黴	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 稍良好 黄色カビ発生	ナ シ 悪シ 〃	ナ シ 悪シ 〃
5	普通澱粉使用 フラスキン $\frac{1}{70,000}$ 混入	ネト臭気 黴	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 稍良好 黄色カビ発生	ナ シ 悪シ 〃	ナ シ 悪シ 〃
6	セロファン紙包装 フラスキン $\frac{1}{50,000}$ 混入	ネト臭気 黴	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 セロファン紙表面白カビ	ナ シ 良 好 〃	ナ シ 稍良好 肉は乾燥し茶褐色となる
7	硫酸紙包装 フラスキン $\frac{1}{50,000}$ 混入	ネト臭気 黴	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 硫酸紙表面に黄カビ	ナ シ 良 好 白カビ発生	ナ シ 稍不良 〃	ナシ同上 悪シ 〃
8	セロファン紙包装	ネト臭気 黴	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 ナ シ	ナ シ 良 好 セロファン紙表面に白カビ発生	ナ シ 良 好 〃	ナ シ 稍良高 乾燥し稍茶褐色となる

9	硫酸紙包装	ネト臭気徴	ナシ良好ナシ	ナシ良好ナシ	ナシ悪シナシ	ナシ悪シ	ナシ悪シ	ナシ悪シ	硫酸紙面に白カビ発生 乾燥茶褐色となる
---	-------	-------	--------	--------	--------	------	------	------	------------------------

第3表 細菌数の変化(1g中の生菌数)

番号	項 目	経 過 日 数				
		0	1 日	2 日	3 日	4 日
1	対 照	2×10^3	1×10^5	9×10^6	—	—
2	殺菌澱粉使用 フラスキン $\frac{1}{50,000}$ 混入	2×10^2	7×10^4	8×10^4	2×10^6	2×10^7
3	同 上 フラスキン $\frac{1}{70,000}$ 混入	7×10^2	1×10^5	2×10^5	7×10^6	2×10^7
4	普通澱粉使用 フラスキン $\frac{1}{50,000}$ 混入	3×10^3	9×10^4	1×10^5	6×10^5	1×10^6
5	同 上 $\frac{1}{70,000}$ 混入	9×10^2	5×10^4	9×10^4	9×10^5	1×10^6

考 察

以上の観察結果から明らかな様に 従来の研究結果と⁽¹⁻²⁾ 同様フラスキンの混入は煉製品のネト防止及び悪変防止に対しては 確実に効果があるが、徴の発生に対しては効力が少ない。且つ $\frac{1}{50,000}$ 混入と $\frac{1}{70,000}$ 混入とでは左程著しい差は認められず 35°C 内外の気温で3日乃至4日間の保蔵が可能の嫌である。

亦澱粉をフラスキン液中で殺菌した場合も、しない場合も同様であつて特に澱粉のみを殺菌する必要はなく、フラスキンを溶液として完全に混合すればその効果は充分期待出来る。尙煉製品をセロファン紙で包装の上蒸煮加熱し又は外部から細菌が附着しない様にすれば確に有効であり、この場合にはフラスキン等を混入しなく共内部殺菌が或る程度行われれば効果的に夏期1週間内外の貯蔵が出来、製品は自然乾燥する様に見える。尙硫酸紙及びセロファン紙使用の場合に於てはセロファン紙の方がよるかに効果的であるが、之はセロファン紙は細菌等を通過せしめないのに対して硫酸紙は水分等を自由に移動せしめ得る為と考えられる。木俣氏³⁾の研究結果の如く煉製品の腐敗は内部の腐敗細菌よりは外部より附着する腐敗細菌の影響が可成り顕著であつて完全なるセロファン包装で可成り長期日の保蔵期間の延長が可能の様に認められる。

摘 要

- 1) 煉製品保蔵の目的でフラスキン液の混入及びフラスキンに依る殺菌澱粉の使用とセロファン紙及び硫酸紙に依る外部包装の効果に付研究した。
- 2) フラスキン $\frac{1}{50,000} \sim \frac{1}{70,000}$ 量を混入すれば夏期確実に3~4日間貯蔵可能である。フラスキンに

依る殺菌澱粉使用の効果は認められなかつた。

- 3) セロファン紙及び硫酸紙に依る外部包装の効果は顕著であり、セロファン包装を行つて充分蒸煮することに依つて夏期 1 週間内外の保蔵が可能であり、煉製品の腐敗は外部よりの附着細菌に依る影響が強い事を認めた。
- 4) セロファン紙及び硫酸紙ではセロファン紙の方が効果的であり、硫酸紙では効果が少い。

参 考 文 献

- 1) Nitrofurazone に依る水産加工品の防腐研究 (パンフレット)
- 2) 竹輪, 梅焼等に対するフラスキンの防腐効果 (パンフレット)
- 3) 木俣正夫: 水産煉製品の腐敗に関する研究, 日本水産学会誌, 16 (12) 1951

煉 製 品 の 保 藏 に 関 す る 研 究 (第3報)

製造工場における落下細菌数について

野 口 栄 三 郎 ・ 佃 信 夫

A study on the preservation of fish cake (3).

Number of the microbe in the parts of the plant

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

煉製品のネット発生防止にはフラスキンの混用が効果的であるが発微に依つて保藏期間が短縮され亦製造後外部から附着する微生物の影響が浦鋒類の腐敗に可成り甚しい影響を与えることも多くの研究者⁽¹⁻⁷⁾に依つて報告されている。

製造工場内に於ける落下細菌数は季節、天候、操業状態、施設、時間等多くの要因に依つて可成り差異があるので数回の測定のみで断定するわけには行かないが吾住町に於ける数戸の浦鋒及び竹輪製工場の各操業場所に於ける落下細菌数及び微の胞子数を測定し、普通の煉製品工場に於いて放冷中⁽⁸⁾気中の細菌に依る汚穢程度を推定出来ると考えられるのでその結果を報告する。

落下細菌数は普通中性寒天培養基⁸(肉エキス1.0%, ペプトン1.0%, 食塩0.5%, 寒天2.0%, PH7.0-7.2)を、微の落下胞子数は麴汁培養基⁹(糖分12°B液, 寒天3.0%, PH5.5)を使用し、直径7.2cmのシヤレーを5分間暴露し、直ちに25°Cの恒温器に48時間放置し、発生したコロニー数を算えた。結果は次表の通りであつた。

第 1 表 各工場、操業場所に於ける落下細菌数、落下胞子数 (42.8 cm²当り 5 分間)

工場	月・日・時	天 候	気 温	調 理 場		播 潰 場		放 冷 場		備 考
				細菌数	微 数	細菌数	微 数	細菌数	微 数	
A	4.17.11	晴 強 風	19.0°C	20	3	29	2	19	2	竹輪工場、比較的不 整頓、不潔 50坪/30人=1.7
				10	2	14	2	16	1	
				8	1	10	3	9	0	
				平均 12.7	2.0	19.7	2.3	14.7	1.0	
B	4.23.10	晴 微 風	13.0°C	5	0	15	0	3	1	竹輪工場、比較的清 潔 162坪/35人=4.6
				18	0	13	1	5	1	
				10	0	7	0	20	2	
				平均 11.0	0	11.7	0.3	9.3	1.3	
A	5.10.13	小 雨 無 風	20.0°C	20	0	350	6	22	0	
				53	0	305	5	212	25	
				24	—	162	—	—	—	
				平均 32.3	0	270.7	5.0	117.0	12.5	

C	5.15.10	晴 微風	20.0°C	90	1	142	0	457	2	竹輪工場, 不清潔, 不整頓 56坪/30人=1.8
				139	0	115	2	251	10	
				140	0	126	1	438	4	
				平均123.0	0.3	127.7	1.0	382.0	5.3	
D	5.10.11	小 雨 無 風	19.0°C	11	1	32	1	7	0	蒲鉾工場, 清潔 12坪/4人=3.0
				19	2	33	2	18	0	
				15	0	32	0	19	0	
				平均 15.0	1.0	32.7	1.0	11.3	0	
研究室	6.26.15	小 雨 無 風	23.0°C					3	3	日水研香住支所化学 研究室 6坪/2人=3.0
								4	3	
								0	0	
								2.3	2.0	
事務室	6.26.15	小 雨 無 風	23.0°C					10	0	日水研香住支所事務 室 4坪/2人=2.0
								2	3	
								0	2	
								4.6	1.7	

考 察

工場内に於ける落下細菌数は工場の清潔さ、広さと作業人員の割合、季節天候等に依つて可成り差異のあることは本表を一覧しても良く判明する。大体に於いて4月よりは5月の候に於ては空中の落下細菌数は増加する様である。不清潔、不整頓の工場に細菌数が多く亦出入の多い出入口附近に多いことも明らかである。各工場の操業場所の差異を見ると、大體調理場が最も少く次に放冷場の順で揺漬場が最も多い。之は調理場は人の出入が少く打水されて空氣の動揺等も少い為であると考えられる。

揺漬場が最も多いのは澱粉等の微粉が飛散し、且つ人の動きも多く空氣の動揺等も多いので当然であると考えられる。C工場の放冷場が特に細菌数が多いのは放冷場が極めて揺漬場に接近し、且つ出入口の傍で人の出入りが激しい為であると思われる。

この際最も問題となるのは調理場、揺漬場の落下細菌数ではなくて放冷場の落下細菌数であるが落下細菌数の多い工場と少い工場では10~40倍の差異が生じている。

落下細菌数と微の落下孢子数の割合は10:1程度である。

普通板付蒲鉾(50匁付)で80 cm²、大枚(95匁付)で150 cm²、竹輪(30匁付)70 cm²内外の平面積を有しているが、1時間内外放冷場で放冷後函詰めするとすれば板蒲鉾上に落下する細菌数は200~8,600、微は上記の約1/10内外附着することとなる。大島氏¹⁰⁾等の研究結果も60 cm²1分間当り平均5内外の落下数で我々の研究結果と大差がない結果を示している。

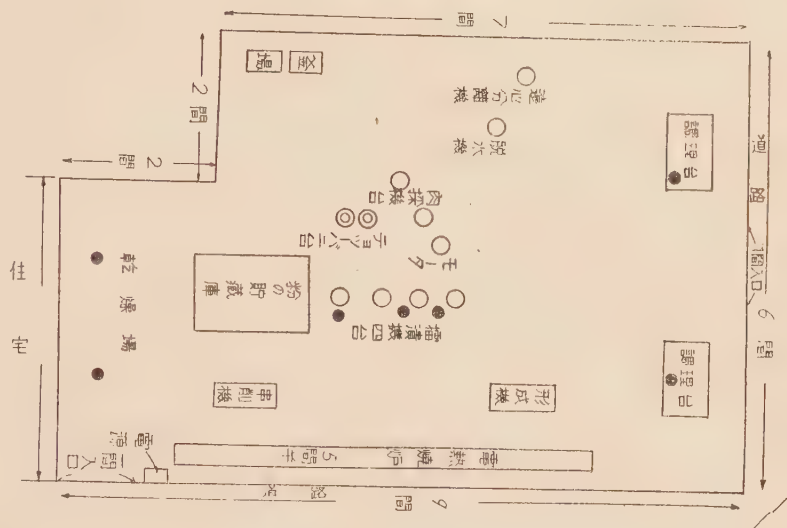
これ等の数字は実験室事務室等に比較して一見極めて僅少の様に見えるが、然し蒲鉾、竹輪、半片等に落下した場合は之等の煉製品は極めて適当な培地となつて發育發生し、特に気温が高く湿度の高い場合には、ネト、発微、腐敗等の有力な一原因となることは明らかであるので、放冷場の位置の選定、空氣汚穢防止については相当考慮しなければならないものと考えられる。

摘 要

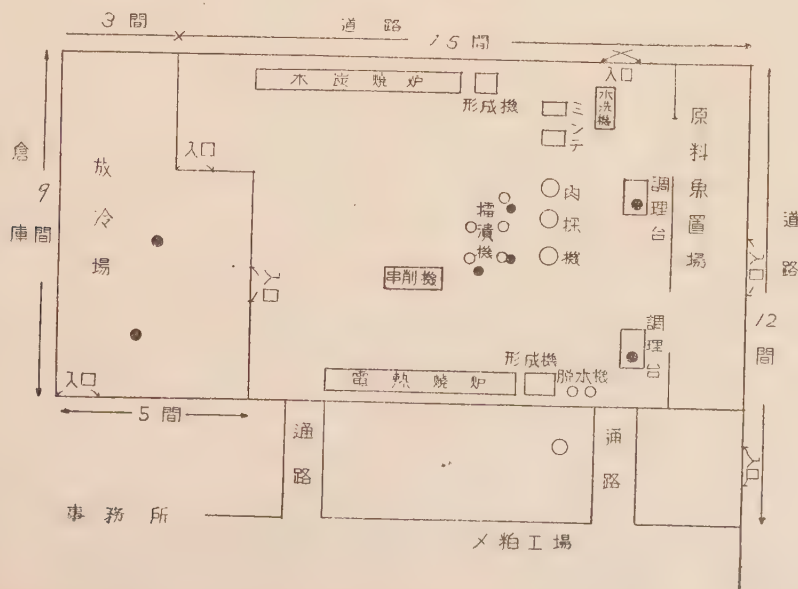
- 1) 2~3の竹輪及び蒲鉾工場に於ける落下孢子数の測定を行つた。

- 2) 落下細菌数及び孢子数は調理場、放冷場、播漬場の順に多い。
- 3) 不潔な工場、工員1人当り面積の狭い工場は清潔な工員1人当り面積の広い工場に比較して数十倍の落下数を示す。
- 4) 微の落下孢子数は落下細菌数の10分の1内外である。
- 5) 蒲鉾、竹輪の放冷場で放冷中落下する細菌数は蒲鉾小板に対し1時間200~9,000内外で甚しく多いとは考えられないが煉製品は適当な培地を形成するので腐敗、発黴の有力な原因となり得るから放冷場の位置の撰定、空氣の浄化に対しては深甚な関心を持つべきである。

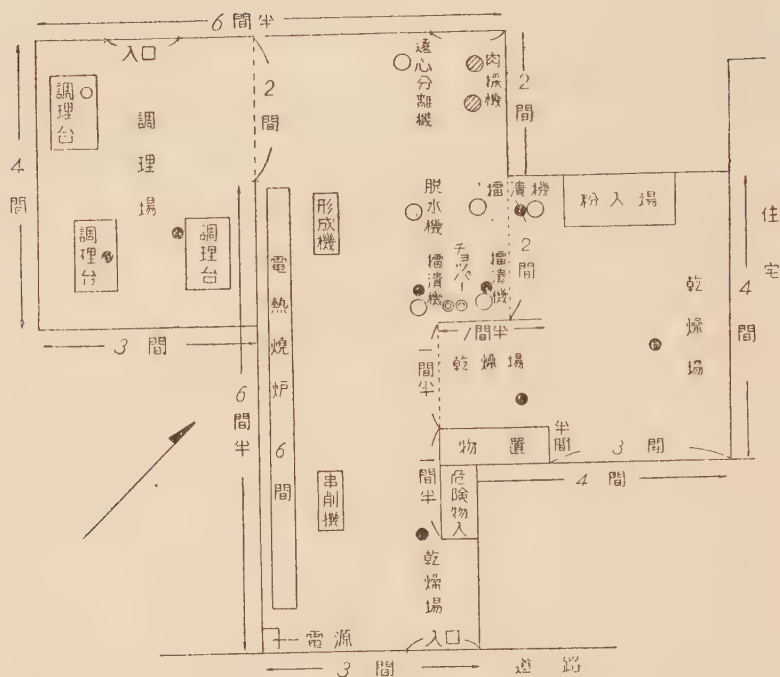
A 工場配置図



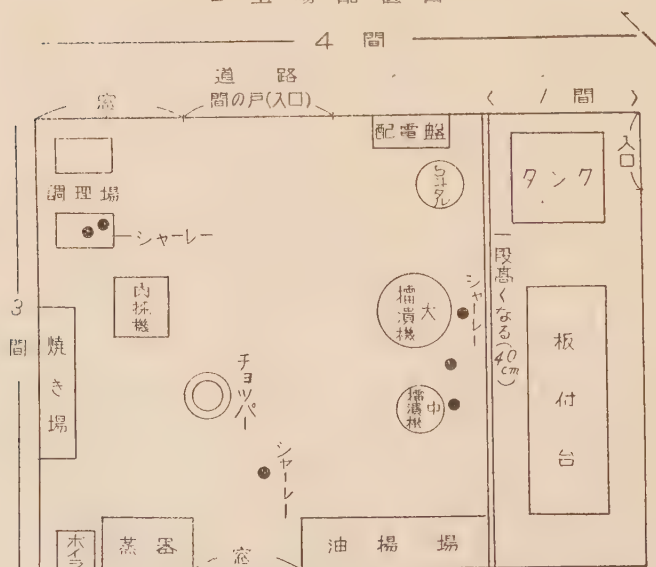
B 工場配置図



C 工場の配置図



D 工場配置図



文 献

- 1) 相礎和嘉: Nitrofurazone に依る水産加工品の防腐研究 (プリント)
- 2) 上野製菓株式会社: 竹輪, 梅焼等に対するフラスキンの防腐効果 (プリント)

- 3) 山田紀作: プリント
- 4) 照井堯造: プリント
- 5) 清水 亘: 蒲鉾 (生活社)
- 6) 谷川英一: 水産細菌学 (生活社)
- 7) 木俣正夫: 水産煉製品の腐敗に関する研究 日本水産学会誌 16 (12) '51
- 8) 鮮度保持研究班連絡情報: 1号
- 9) 宮路憲二: 応用微生物学 下巻
- 10) 大島浩外1名: 工場衛生試験 (蒲鉾工場の細菌試験) 北水試月報 7 (4) '50

煉製品の保蔵に関する研究(第4報)

セロファン包装による保蔵効果について

野口 栄三郎・佃 信夫

A study on the preservation of fish cake (4).

Effect of the preservation by packing with the celophan paper

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

煉製品が悪変する原因は鮮魚等と異つて自家消化酸素、蛋白の死後変化と云う様な影響は考えられず、主として細菌、酵母及び黴の様な微生物の作用に依ることは明らかである。之等微生物の来因は次の二つの面から考えられる。一は煉製品の製造工程中に由来する原料魚肉、澱粉、食塩其の他の副資材、用水及び製造工程中に空気中から混入する微生物の影響であり、一は製品の製造終了後外部から附着する微生物の影響である。清水¹⁾、木俣²⁾、谷川³⁾氏等は煉製品の腐敗は内部に残存する微生物よりは製造後外部から附着する微生物の影響が強いと述べ、亦横関、大島⁴⁾氏等は煉製品の腐敗は副資材である澱粉、食塩等に含有されている耐熱性細菌の影響が強いのではないかとの観点から殺菌澱粉使用の効果を研究し、天野⁵⁾氏等は P.V.A 被覆に依る研究を行つて内部腐敗の影響が強いことを見ている。然し我々の研究結果⁶⁾から見ても製造後外部から附着する微生物の影響が強い事も明らかである。最近腐敗防止剤としてフラスキン混入に依る効果が研究されネットの発生防止に効果的なことは確認されるがフラスキン使用の欠点としては黴に対する死滅効果が殆んどなく発黴の為保蔵期間が極めて制限され夏期2~3日間程度の保蔵期間が延長されるのみである。

発黴防止剤としてのパラ安息香酸エステルの使用も佃煮等の製品に対してはその効果が少い⁷⁾が、然し単に従来の佃煮を紫外線照射下で無菌的に放冷後密封することに依つて長期間の発黴防止が可能である⁸⁾と云う様な事から簡単なセロファン紙包装に依つて外部から附着する微生物の悪影響を除く事が出来ないかとの観点からこの研究を行い、或る程度長期保蔵の可能性も認められるので研究中途ではあるが取敢えず其の結果を報告する。

第 1 回 実 験

研究 方 法

資料は香住町植田蒲鉾店に依頼し調製したもので原料魚は小鰾、澱粉(馬鈴薯澱粉1等品)15%使用のもので50匁付小板製品である。蒸煮時間は30分、中心温度は82°Cを示した。

- A. 対 照 品 常法に依る製品
- B. セロファン包紙 対照品をセロファン紙(No. 300)で被覆後蒸煮したもの
- C. 放冷後セロファン包紙 対照品を紫外線(シマダ低オゾン殺菌灯15W)を照射した布張性滅菌室内で30分間照射放冷後セロファン紙で被覆したもの

D. フラスキン混入品 摺肉の $\frac{1}{50,000}$ 量のフラスキンを少量の水で溶解混入したもの

E. フラスキン混入, セロファン包装 フラスキン混入品を上記の如くセロファン紙で被覆蒸煮したもの

F. フラスキン混入, 放冷後セロファン包装 フラスキン混入品を上記の如く無菌的に放冷後セロファン紙で被覆したもの

結 果

肉眼観察の結果を第1表に示す。

第 1 表 セロファン紙包装に依る製品の肉眼観察

経過 日数	A. 対 照					B. セロファン包装					C. 放冷後セロファン包装				
	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考
日間 1	—	—	—	可		—	—	—	可		—	—	—	可	
2	+	—	軽い 臭	洗濯す れば可	弾力減少す	—	—	—	可		—	—	—	可	
3	++ 白・黄・ 青	+	腐敗臭 +	不可		±	—	軽い 臭	可	弾力減少	—	—	—	可	弾力減少
4	+++ +	+	腐敗臭 ++	不可		++ 白・青	+	腐敗臭 ++	不可	内部より腐 敗す	±	+	腐敗臭 +	不可	内部腐敗す
経過 日数	D. フラスキン混入					E. フラスキン混入セロフ アン包装					F. フラスキン混入放冷後 セロファン包装				
	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考
日間 1	—	—	—	可		—	—	—	可		—	—	—	可	
2	—	—	—	可		—	—	—	可		—	—	—	可	
3	—	+	—	可		—	(+)	—	可	セロファン 外部に白カ ビ発生内部 なし	—	(+)	—	可	セロファン 外部に白カ ビ内部なし
4	—	++ 白・黄・ 青	カビ臭 及ム	洗濯す れば可		—	++ (+)	—	可		—	++ (+)	—	可	
5	+	+++	腐敗臭 ++	不可	外部より腐 敗始まる	—	+++ (+)	—	可	表面が乾燥 す	—	—	+++ (+)	可	表面乾燥
6	+	+++	+++	不可		—	+++ (+)	カビ臭 除けば 可	カビを セロファン を破りカビ 内部に浸透 セロファン 破れ易し		—	カビ臭 +	+++ (+)	カビを 除けば 可	セロファン を破りカビ 内部に浸透 セロファン 破れ易し
7	++ 白・青・ 黄・黒	+++	+++	不可		—	+++ (+)	カビ臭 ±	カビを 除けば 可		—	カビ臭 ±	+++ (+)	同上	

考 察

常法の製品を単にセロファン包装後蒸煮したもの、或は紫外線で無菌的に放冷したものは内部から腐敗が開始されて 25°C では対照に比較して 1~2 日間程度の腐敗防止が可能に過ぎず天野氏の P.V. A 傘布試験結果⁹⁾と同様著しい効果は期待出来なかつた。前回の予報で報告⁹⁾した結果が極めて優秀であつたのは僅少な供試量を使用したので蒸煮が充分に行われ内部の細菌数が僅少であつた為と考え

られる。対照品を煮沸直後無菌的に切断しシャーレーに容れ25°Cの恒温器に入れて肉眼的観察の結果は表面部からはネトが発生しないが板付部及び中心部に多くのネトが散発し、表面部は可成り殺菌されているが内部及び板付部は殺菌が不充分であることが判明する。フラスキンを $\frac{1}{50,000}$ 混入したものは表面及び切断部共1週間後に於てもネトの発生が見られず乾固してしまつたがフラスキン混入品にカビが発生し更にネトが発生するのは製造後外部から附着する細菌、酵母、黴の影響ではないかと予想される。

フラスキンを混入することに依つて、ネトの発生は延期することが出来るが黴が発生し、同時に外部から腐敗が初まつて従来製の品に比較して2~3日間程度しか保蔵期間の延長は出来ない。然し之を紫外線下で無菌的に放冷後密封するか、或は単にセロファン紙で被覆後蒸煮すれば7日間保蔵(表面は可成り乾固して来る)後に於てもネトの発生、腐敗臭の発生は認められなかつた。唯セロファン紙上から黴が発育して5~6日頃にはカビの着成した部分が極めて破れ易くなり、内部に迄黴が浸透して終いには蒲鉾の表面上に着生し繁殖する様になるが従来25°Cの気温で1~1.5日間の保蔵期間であつたものをフラスキン混入に依つて3~4日間に延長し、更に之をセロファン紙で被覆蒸煮することに依つて5~6日間にセロファン紙上の黴を除去すれば更に長期間食用に耐え商品化し得られる見通しが得られた。

第 2 回 実 験

第1回実験の結果フラスキンを混入後セロファン被覆蒸煮したものは相当の効果が認められたので防水セロファン(耐湿性のもの)を用いて肉眼観察及び1部揮発性塩基窒素、揮発酸の測定を行つた。

資料は前回と同様小鯨を用い50匁付小板とフラスキンは $\frac{1}{50,000}$ 量混入したものを使用した。蒸煮時間は40分、中心温度は85°C内外であつた

結 果

肉眼的観察の結果は第2表の通りであつた。

第 2 表 防水セロファン包装に依る製品の肉眼観察

経過 日数	A. 対照 (フラスキン $\frac{1}{50,000}$ 混入)					B. セロファン包装					C. 防水セロファン包装				
	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考
日間 1	—	—	—	可	異状なし	—	—	—	可	異常なし	—	—	—	可	蒲鉾表面上に水滴多し
2	—	青 土	—	可		—	青 (+)	—	可	セロファン 上1コ発生	—	—	—	可	同 上
3	—	青、黄、 黒 ++	カビ臭 土	カビを 除けば 可		—	(+) (-)	—	可	〃	—	(+) (-)	—	可	同 上
4	—	+++	腐敗臭 土	不可	表面黄色化 す外部より 腐敗開始	—	青、黄、 黒 ++ (-)	—	可	〃	—	++ (-)	—	可	同 上 セロファン 上に発生
5	—	+++	++	不可	形状及弾力 には異状な し	—	+++ (+)	—	可	〃	—	+++ (-)	—	可	外部のカビ の影響に依 り蒲鉾表面 に黒色の斑 点生ず
6						—	+++ (+)	—	可	カビ蒲鉾上 に浸透発生 セロファン 紙破れ易し	—	+++ (-)	—	可	
7						—	+++ (+)	—	可		—	+++ (-)	—	可	〃

経過 日数	A. 対照 (フラスキン ¹ _{50,000} 混入)					B. セロファン包装					C. 防水セロファン包装				
	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考
8						—	+++ (++)	カビ臭	カビを 除けば 可	腐敗臭なし	—	+++ (+)	—	可	外部のカビ の影響に依 り蒲鉾表面 に黒色の斑 点生ず
9						—	+++ (++)	カビ臭	〃	〃	—	+++ (+)	軽い臭 土	洗濯す れば可	表面幾分黄 色化す硬化 せず観察中 内部に黴胞 子侵入

経過 日数	D. 放冷後セロファン包装					E. 放冷後防水セロファン包装				
	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考	ネト	カビ	臭気	食用の 可 否	備 考
日間 1	—	—	—	可	異状なし	—	—	—	可	内部水滴多 く蒲鉾表面 は極めて湿 潤
2	—	—	—	可		—	—	—	可	
3	—	青 土 (—)	—	可	セロファン 上に発生	—	—	—	可	〃
4	—	青、黄 黒++ (—)	—	可	同 上	—	—	—	可	〃
5	—	+++ (土)	—	可	蒲鉾上に浸 透発生	—	— (土)	—	可	蒲鉾表面上 に1ヶ発生
6	—	+++ (+)	—	カビを 除けば 可	セロファン 紙破れ易し	—	— (+)	—	洗濯す れば可	表面上黄カ ビ1ヶ発生 黄色菌発生
7	—	+++ (+)	—	同上		—	— (+)	—	同上	カビの増殖 なし黄色菌 溶液状とな り可成り広 く分布
8	—	+++ (+)	カビ臭 +	同上	腐敗臭なし	—	— (+)	—	同上	
9	—	+++ (+)	〃 +	同上		—	— (+)	軽い臭 土 腐敗臭 なし	同上	カビの増殖 なし、同上 蒲鉾表面極 めて湿潤で ある

第 3 表 揮発性塩基窒素及揮発酸の変化

※ 100g 中の mg

経過日数	揮 発 性 塩 基 窒 素			揮 発 酸 (醋酸として)		
	A. 対 照	D. 放冷後セロ ファン包装	E. 放冷後防水 セロファン包装	A. 対 照	D. 放冷後セロ ファン包装	E. 放冷後防水 セロファン包装
	mg			mg		
直 後	9.5	—	—	34.9	—	—
1 日	12.9	—	—	25.6	—	—
2 日	12.2	13.6	13.6	27.9	34.8	29.0
3 日	12.4	13.8	13.6	27.9	24.7	23.3
4 日	—	—	—	—	—	—
5 日	37.9	23.3	23.0	28.6	27.9	26.7
6 日		22.4	18.7		27.4	30.2
7 日		—	—		—	—
8 日		—	—		—	—
9 日		31.8	31.1		26.6	66.3

※ 測定方法は連絡情報第1号に依る。

考 察

フラスキンのみを混入した対照品は第1回実験と同様発黴し、外部から腐敗が始まつて4日後には食用に適しなかつた。フラスキンを混入しセロファン包装したものも前回の結果と同様セロファン紙上から黴が発生し内部に侵入して腐敗はしなかつたが8~9日後には商品価値を失つた。防水セロファンで包装したものは耐湿性の為蒲鉾より蒸発する水分が水滴となつて蒲鉾の表面は極めて湿潤となり、蒲鉾を水につけた様になる。放冷後包装したものは外部からの黴の発生はなかつたが放冷の際の不備から或は黴の胞子が蒸着に依つて完全に死滅されず残存した為か1ヶ所に発黴を見た。しかしこの黴は其の後増殖の傾向を示さず5 mm 内外の直径に停つた。又この場合黄色の球菌状の細菌が表面に繁殖し酸敗の傾向が見られたが之は極めて水分の多い場合に繁殖するもので耐熱耐フラスキン性のものではないかと考えられ今後研究せねばならない。防水セロファンで包装後蒸煮したものは普通セロファンの場合と同様包装上から黴が発育するが普通セロファンに比較して強靱で内部に迄黴を侵入せしめない様であるが、黴が繁殖した部分には黒褐色の斑点を蒲鉾表面につけ商品価値を失わせる。防水セロファンで包装後蒸煮したものは2時間放冷後防水セロファンで包装したものと比較して蒲鉾表面上の水滴が少いが之は防水セロファンが加熱の為耐湿性を幾分消失する為ではないかと考えられるので今後研究を行う予定である。

尚揮発酸、揮発性塩基窒素量、細菌数の変化等については資料が少く且つ漁期の関係上途中で研究を中止したので充分な資料を得ることが出来なかつたが今後更に研究を続行する予定である。

摘 要

- (1) セロファン紙、防水セロファン紙包装に依る蒲鉾の腐敗防止に付き研究した。
- (2) 肉眼的観察結果から単にセロファンで被覆包装した場合は内部から腐敗が始まり1日間程度の保蔵期間延長に過ぎない。
- (3) 蒲鉾表面上に発生するネト及び黴は製造後空気中から由來するものの様に考えられる。
- (4) フラスキンを混入すれば内部の腐敗防止は可能であるが発黴及び表面上から発生するネトの為3日間程度延長に停る。
- (5) フラスキンを混入した後セロファン紙で包装蒸煮すれば包装紙上から黴が発育するがネトの発生、腐敗防止は可能で9日後に於ても食用が可能である。
- (6) 防水セロファンで包装蒸煮すると外部から黴が発育するがセロファン紙包装よりは強靱であり、セロファン包装より更に長期貯蔵が可能である。
- (7) セロファン紙包装の場合は包装後蒸煮した場合と紫外線下で無菌的に放冷後包装した場合とは差異が認められない。
- (8) 防水セロファン紙包装の場合、紫外線下で無菌的に放冷後包装した場合には包装紙上からの黴の発育はないが蒲鉾の表面が極めて湿潤となり黄色性の細菌が繁殖し酸敗の傾向が見られる。

文 献

- 1) 清水 亘：蒲鉾 生活社刊
- 2) 木俣正夫：日本水産学会誌 16 (12) '51
- 3) 谷川英一：水産細菌学
- 4) 横関源延・大島 浩：北水試月報 7 (5) (7) (10) '50
- 5) 天野慶之：鮮度保持研究班連絡情報 2号 '52

- 6) 野口栄三郎・木崎五一：本誌
野口栄三郎・佃 信夫：本誌
- 7) 野口栄三郎・尾藤方通：日本水産学会誌 15 (1) '48
- 8) 野口栄三郎・佃 信夫：本誌

煉製品の保藏に関する研究(第5報)

外部汚染による影響

野口 栄三郎・佃 信 夫

A study on the preservation of fish cake (5).

The influence of secondary contamination.

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

前報¹⁾で報告した通り、蒲鉾摺身にフラスキンを0.002%程度混入し、セロファン被覆を行つて蒸煮するか、或は殺菌灯下で無菌的に放冷後セロファン紙等で包装することに依つて単にフラスキンを0.002%程度混入した場合よりは遙に長期間保藏することが可能であつたので、煉製品の鮮度保持上蒸煮後の第2次汚染の影響を見落すことは出来ないと考えられるので外部汚染の影響を見る為本研究を行つた。

研 究 方 法

資料としての蒲鉾の原料配分割合、調製法は次の通りである。

原料魚……………飛魚、馬鈴薯澱粉15%、調味料(サツカリン及食塩)若干
フラスキン 50,000分の1量(摺身に対し)

上記摺身を50匁板付後98°C 30分間蒸煮した。蒸煮終了後無菌室(殺菌灯照射)内に於て無菌的に1~2 cm 巾に切りシャーレー内に採取し、Aは無菌的に蓋を施し、Bは蓋をあけたまま30°C 飽和湿度に放置した。

亦同時に下記の板付蒲鉾を30°C(飽和湿度)及び室温(20°C~35°C) 飽和湿度に放置して観察した。

- c. 対照品 フラスキン50,000分の1混入品。
- d. 市販品 同上をセロファン被覆して蒸煮せるもの。
- e. 防水セロファン包装 蒸煮後無菌的に1時間放冷後防水セロファンで包装したもの。
- f. 焼板を防水セロファンで包装 蒸煮後表面部を焼き直ちに防水セロファンで包装せるもの。
- g. 密栓貯蔵せるもの 蒸煮後直に殺菌した瓶中に入れて密栓貯蔵せるもの(室温飽和湿度)
- h. 殺菌灯照射のもの 市販品を紫外線殺菌灯(15W 島田低オゾン殺菌灯)の直下30 cmで30分間照射し恒温器内に放置し、24時間後、更に30分間同様に照射したもの。

(1) 第2次汚染防止の影響を見る為シャーレー内に放置し蓋を施した場合と然らざる場合との結果は下記の通りであつた。

第1表 感 応 検 査

観察月日	経過日数	A. 蓋を施したもの					B. 蓋を施さないもの						
		ネ	カ	ビ	臭気	食用の可否	備考	ネ	カ	ビ	臭気	食用の可否	備考
7月15日	0	—	—	—	—	可		—	—	—	—	—	
16日	1	—	—	—	—	可	変化なし	—	—	—	—	〃	変化なし
17日	2	—	—	—	—	可	〃	—	各片に3～10のカビのコロニー発生	—	—	洗滌すれば可	
18日	3	—	—	—	—	可	〃	—	カビの数各片に10～40個発生	カビ臭+	—	〃	
19日	4	—	—	—	—	可	〃	—	カビの直径2～3mmとなる	+	—	食用不可	
20日	5	—	黄色細菌板付部境面に発生(19枚中3枚)	—	—	可 黄色菌発生のものも洗滌すれば可	変化なし	不明	カビ約3分の面積となる	+	—	〃	
21日	6	—	一部にカビ発生(18枚中3ヶ)	—	—	黄色菌及カビのものも洗滌すれば可	菌及びカビの発生せるもの以外は変化なし	〃	カビの範囲稍拡大	腐敗臭+	—	〃	
22日	7	—	カビ及び黄色菌のコロニー僅に大きくなる、その他変化なし	+	+	同 上	〃	〃	全面に拡大	++	—	完全に腐敗	
23日	8	—	同 様	+	+	同 上	〃						
24日	9	—	コロニー径1mm程度	腐敗臭+	+	カビの発生せるものは不可	〃						
25日	10	—	同 様	+	+	他 は 可 同 上	〃						
28日	13	—	同 様	+	+	同 上	〃						

第2表 水分量の変化

観測月日	経過日数	A. 蓋を施したもの		B. 蓋を施さないもの	
		水	分	水	分
		%		%	
7月15日	0	77.75	%	77.75	%
16	1	76.87		72.52	
17	2	76.77		75.72	
18	3	77.17		73.05	
19	4	75.06		75.05	
20	5	—		—	
21	6	75.81		75.00	
22	7	—		—	
23	8	76.82		—	

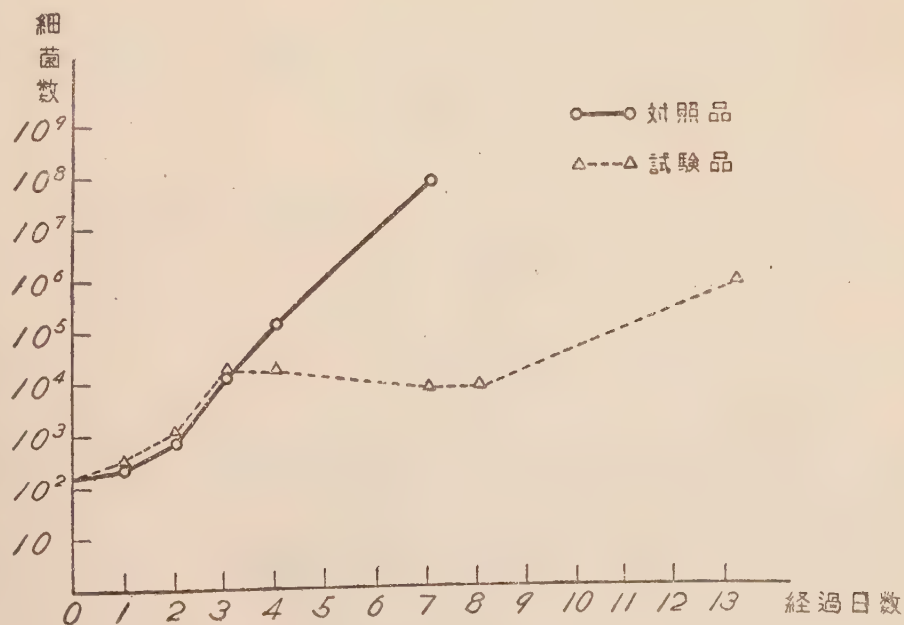
第3表 細菌数の変化 (試料 1g 中)

(資料は何れも蒲鉾片切の中心部より採取した)

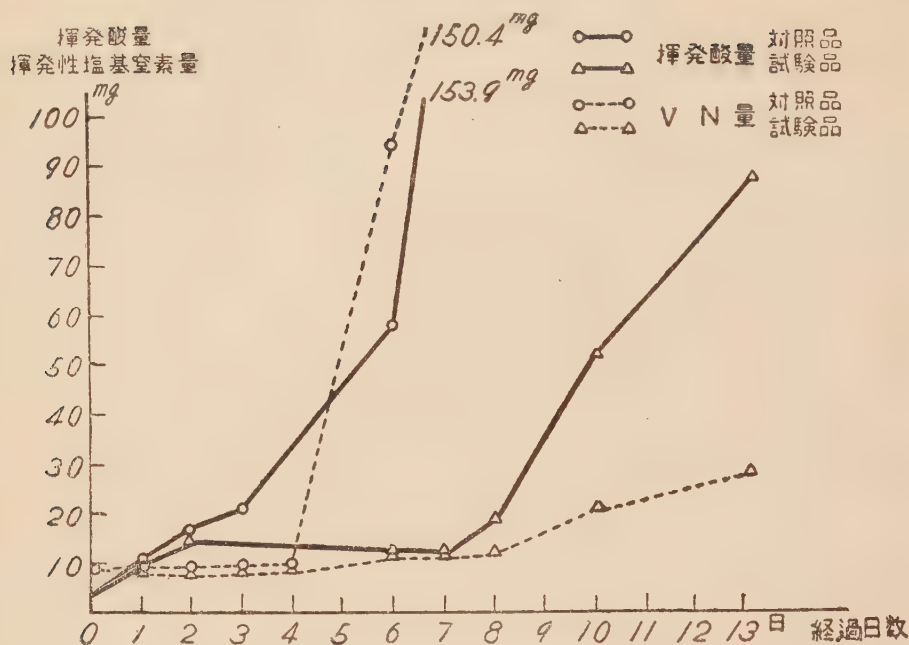
観測月日	経過日数	A. 蓋を施したもの		B. 蓋を施さないもの	
		細 菌 数	細 菌 数	細 菌 数	細 菌 数
7月15日	0	2.1×10 ²		2.1×10 ²	
16	1	5.5×10 ²		4.2×10 ²	
17	2	1.5×10 ³		9.6×10 ²	
18	3	3.0×10 ⁴		1.8×10 ⁴	
19	4	3.0×10 ⁴		1.9×10 ⁵	
22	7	9.1×10 ³		1.0×10 ⁵	
23	8	9.7×10 ³			
28	13	1.0×10 ⁶			

第4表 揮発性塩基窒素及揮発酸量の変化

観測月日	経過日数	揮発性塩基窒素量 mg/100g		揮発酸量 mg/100g	
		A. 蓋を施したもの	B. 蓋を施さないもの	A. 蓋を施したもの	B. 蓋を施さないもの
7月15日	0	8.52	8.52	3.72	3.72
16	1	8.56	9.08	9.53	10.46
17	2	7.73	8.02	13.95	16.28
18	3	8.02	8.88	12.99	20.93
19	4	8.02	9.73	—	—
21	6	11.47	92.92	11.63	56.97
22	7	11.81	150.38	10.46	153.92
23	8	11.89	—	17.90	—
25	10	20.29	—	50.50	—
28	13	27.84	—	85.36	—



第1図 細菌数の変化(蒲鉾1gに対し)



第2図 揮発性塩基窒素並に揮発酸量の変化

(2) 各種処理を施せる板付蒲鉾の観察結果

殺菌灯照射、焼板を防水セロファンで包装せるもの、密栓貯蔵せるもの等の各種処理を施した板付蒲鉾の感応検査及び一部細菌数の測定、揮発酸、揮発性塩基窒素量の変化は次の様であつた。

第5表 感 応 検 査

観測 月日	経過 日数	C. 対 照 品					D. 市販品 (セロファン被覆蒸煮)						
		ネ ト	カ	ビ	臭気	食用の可否	備 考	ネ ト	カ	ビ	臭気	食用の可否	備 考
7月 15日	0	—	—	—	—	可		—	—	—	—	可	
16日	1	—	—	—	—	可	変 化 認めず	—	—	—	—	可	変化なし
17日	2	—	青カビ, 毛カビ 多数発生	カ 臭 ビ 気	洗滌すれば 可	商品価値 なし	—	青カビ1, 毛カビ1 黄色細菌板付部に 発生	—	—	—	可	セロフ アン上にカ ビ発生
18日	3	±	約2/3に拡大	〃	否	〃	—	毛カビ1, 青カビ3	—	—	—	可	同上
19日	4	不明	全面に拡大	腐敗臭 を伴う	〃	〃	—	黄色の細菌繁殖カ ビセロフサン上に 全面的に拡大	—	—	カビを除け ば 可	カビ内部 に浸透す る	
20日	5	〃	同 上	〃	〃	〃	—	〃	±	—	同 上	〃	
21日	6	〃		〃	〃	〃	—	〃	カビ臭 あり	—	同 上	蒲鉾内部 は 変 化 し な	
22日	7		〃				—	〃	〃	—	同 上	食用可 〃	

23日	8									
25日	10									
30日	15									
8月 7日	23									

観測 月日	経過 日数	E. 防水セロファン包装					F. 焼板 (防水セロファン包装)						
		ネ ト	カ	ビ	臭気	食用の可否	備 考	ネ ト	カ	ビ	臭気	食用の可否	備 考
7月 15日	0	—	—	—	—	可	変化なし	—	—	—	—	可	変化なし
16日	1	—	—	—	—	可	〃	—	—	—	—	可	〃
17日	2	—	青カビの小コロ ニー3発生		—	可	セロファ ン上に発 生	—	—	—	—	可	〃
18日	3	—	青カビ6発生		—	可	〃	—	—	—	—	可	〃
19日	4	—	コロニーの大き さ3～5mm		—	可	〃	—	—	—	—	可	〃
20日	5	—	前日より拡大		—	可	〃	—	—	—	—	可	〃
21日	6	—	殆ど面積を占む		—	可	〃	—	セロファン上に青 カビ1発生板付部 に黄色細菌発生		—	可	〃
22日	7	—	全面的に拡大内 部に浸透す		—	カビを除 けば可	蒲鉾表面部 にカビ浸透 発生する	—	カビ殆ど面積に拡 大黄色細菌拡大		—	可	〃
23日	8	—	黄色の細菌発生		+	同 上	同上	—	同 上		+	洗濯すれば 可	黄色細菌 の繁殖多 しカビ蒲 鉾表面に 浸透発生 板付部よ り腐敗開 始の模様 板付部よ り腐敗
25日	10	—	〃		腐敗臭 +	否	板付部より 腐敗開始の模様	—	板付部黄色細菌拡 大		腐敗臭 +	否	
30日	15	—	〃		腐敗臭 ++	否	中心部弾 力なし完 全に腐敗	—	同 上		腐敗臭 ++	否	
8月 7日	23												板付部よ り腐敗

観測 月日	経過 日数	G. 密 栓 貯 蔵					H. 殺 菌 灯 照 射						
		ネ ト	カ	ビ	臭気	食用の可否	備 考	ネ ト	カ	ビ	臭気	食用の可否	備 考
7月 15日	0	—	—	—	—	可	変化なし	—	—	—	—	可	変化なし
16日	1	—	—	—	—	可	〃	—	—	—	—	可	〃
17日	2	—	板付部に僅に黄色 細菌発生		—	可	〃	—	微少なコロニー多 数発生		—	可	〃
18日	3	—	板付部に毛カビ1 発生		—	可	〃	—	約1/2面積を占む青 カビ大部分		—	可	〃

19日	4	—	拡大せず		可	〃	—	殆んど全部に拡大	カビ臭士	カビを除けば可	カビ蒲鉾表面上に発生
20日	5	—	毛カビ僅に拡大		可	〃	—	同 上	+	同 上	腐敗臭なし
21日	6	—	前日と同様		可	〃					
22日	7	—	〃		可	〃					
23日	8	—	〃		可	〃					
25日	10	—	〃		可	〃					
30日	15	+	〃	酸敗臭 士	洗濯すれば 可	僅に酸敗 の傾向が 見える					
8月 7日	23			+	否	酸敗の傾 向あり					

第6表 細菌数、揮発酸量及揮発性塩基素量

上記試料中の一部細菌数、揮発酸量等測定結果は次の通りであつた。

測定 月日	経過 日数	E. 防水セロファン被覆		F. 焼 板		G. 密 栓 貯 蔵		
		揮発酸量	揮発性塩基素量 mg	揮発酸量	揮発性塩基素量	揮発酸量	揮発性塩基素量	細菌数
7月 30日	15日	mg 48.13	71.97	173.22	96.42	46.97	12.01	—
8月 7日	23日	—	—	—	—	40.36	12.02	上部4×10 ⁵ 中心部1×10 ⁵ 板付部1×10 ⁵

考 察

フラスキンを0.02%程度混入した場合の蒲鉾の保蔵力に対する2次的外部汚染の影響は本研究の感応検査、細菌数の変化、揮発性塩基素量、揮発酸量の変化から見て前報(1)で予報した通り顕著であつた。即ち対照品が2日後には全部発黴し、4日後には発黴が甚しい為食用不可となつたのに対して、試験品は6日後に初めて其の1部(全体の約15%)に発生を見た。この場合の1部のカビの発生もカビの死滅温度が極めて低いこと(目下各種のカビに対してその死滅温度を研究中)と、カビの発育発生に対する環境は試験品と対照品も全く同一条件であるのに、単にシャーレーの蓋をした丈のものが、4日間も発生が遅れる理由が考えられないので、恐らく実験の不備に基く研究中途からの混入に依る結果ではないかと考えられ、蒲鉾上に発育するカビは恐らく殆んど全部製造後外部から附着発生するものであると想像される。

亦対照品が4日後には発黴が甚しい為洗濯しても食用が不可能であり、5~6日後には完全に腐敗したのに対して試験品は8日後に於ても食用が可能であり、カビの発生しなかつたものは、10日後に於ても殆んど変化なく、13日に到つて腐敗の徴候を呈し食用に適しなかつた。

この事は細菌数の変化からも明らかで対照品が4日頃から急激に増加して、7日後には1g中10⁸単位となつたのに対し試験品は8日頃迄は殆んど細菌数も増加せず13日後に急に増加して10⁶単位とな

つており、揮発酸量、塩基窒素量の変化も同様な結果を示していることから明らかに、外部汚染に依つて発黴のみならず、外部から附着する細菌に依つて甚しく腐敗も促進されるものと考えられる。

唯此処で注目されることは外部汚染を防いだ場合にも黄色の細菌が発生した事で、この現象はセロファン被覆蒸煮品、防水セロファン包装品、焼板包装品、密栓貯蔵品等に於いても観察され、然も其の発生部位が何れも板付部からであることである。この細菌は検鏡の結果は1種の球菌で黄色葡萄球菌の1種(目下種の決定について研究中)の様に見られる。

Micrococcus SP. は比較的熱に弱いがフラスキンに対する抗菌力は、可成り強く、相礎氏²⁾に依れば0.02~0.002%程度であると云われているがこの場合に発生する黄色菌は恐らく製造後附着発生するものではなく亦摺身中に残存したものではなくて、その発生部位から見て、恐らくその来源は使用した蒲鉾板から来たものであると考えられる。即ちフラスキンを混入し、長期貯蔵を計る場合には今後は第2次外部汚染防止と共に蒲鉾板の完全な殺菌と云う事も考慮されなければならない。

次に密封貯蔵品及シャーレーの蓋を施して外部汚染を防いだものの腐敗の状況を見ると何れの場合も酸敗臭を呈し、揮発性塩基窒素量の発生が少くて揮発酸の量が多い。之に反して蓋を施さないで外部汚染に任したものの、防水セロファンで不完全な密封(単に防水セロファン紙で包んだもの)を行う場合の腐敗生産物の量は、揮発酸と共に可成り多くの揮発性塩基窒素量が発生している。之は外部汚染に任した場合の腐敗を起す細菌の種類は極めて多いが外部汚染を防いだ場合の腐敗、変敗を起す細菌の種類は極めて単純な種類に限定される為であろうと考えられ、この場合の揮発酸の生成は主として、この黄色の細菌 *Micrococcus* SP. に依るものではないかと想像されるが今後の研究結果に俟たなければならない。

水分量の増減に関しては、製造後24時間以内に1%程度の減少が見られるが、飽和湿度に放置した場合には、其の後の減少は殆んどなく、76~77%内外で蓋を施したものと然らざるものとの間には著しい差は認められず、保蔵中乾燥すると云う様な現象は見受けられなかつた。

尙参考の為殺菌灯照射に依る効果も比較したが予想通りその効果は極めて低く、照射後24時間以内は幾分その効果が認められる様であるが、照射を中止すれば殆んど變りなくカビが繁殖する。

摘 要

(1) 外部汚染の影響を見る為、フラスキン0.02%混入した蒲鉾切片をシャーレーに採り、蓋を施し、他は蓋を取り去つてそのまま放置し、その影響を見た。亦同時にセロファン紙包装、硝子壺中への密栓貯蔵其の方法に依る板付蒲鉾の保蔵効果に付観察を行つた。

(2) フラスキン混入蒲鉾に発生するカビは蒸煮完了後外部から附着する第2次汚染の影響に依るものと考えられる。

(3) 外部汚染を防がない場合には2日後に発黴し、4日後には腐敗して、食用不可能であつたのに対し、外部汚染を防止したものは、10日後に於ても殆んど変化なく、13日後に酸敗の傾向を呈し、食用に供せられなかつた。

(4) 外部汚染を防止した場合と、然らざる場合には腐敗の状態が異なる。対照品は揮発酸と共に揮発性塩基窒素量の増加も著しいが、外部汚染を防止したものは揮発性塩基窒素の増加は殆んどなく、揮発酸の増加が著しく酸敗の徴候が見える。

(5) 外部汚染を防止した場合にも板付部に黄色の細菌が発生發育する。之は一種の球菌で蒲鉾板の殺菌不十分に基くものと考えられ、今後板の殺菌と云うことも考慮されなければならない。

(6) セロファン被覆蒸煮、放冷後防水セロファン紙に依る包装、硝子壺中での密栓貯蔵等の効果は

前報¹⁾と大体同様な結果を示した。蒲鉾（フラスキン入）の表面を焼き、直ちに防水セロファン紙で包装した場合は、可成り効果が認められ、30°C、飽和湿度で1週間内外保蔵しても、商品価値が認められる。

(7) 殺菌灯照射の効果は連続的に照射しない附り効果は薄く、単に1～2回照射するのみではその効果は殆んど期待出来ない。

参 考 文 献

- 1) 野口栄三郎・佃 信夫：煉製品の保蔵に関する研究（第4報）'52
- 2) 相礎和嘉：ユトロフラゾーンを応用せる日常食品の腐敗防止に関する研究 7. 本誌

煉製品の保藏に関する研究(第6報)

黴の耐熱性について

野口 栄三郎・佃 信夫

A study on the preservation of fish cake (6).

On the thermal death rate of moulds.

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

前報¹⁾に依りて水産煉製品に Furaskin を加える事に依り、夏期約10日間の貯蔵の可能性が確認せられたのであるが、此の場合製品は細菌に依る腐敗に先立つて黴の為商品価値を喪失し、食用不適になる。即ち Furaskin は細菌に対しては効果が著しいが、黴に対しては殆んど効果がない。煉製品²⁾³⁾貯蔵中の発黴が外部から附着する孢子に依るか、或は製造後も残存した黴の孢子の発育によるものであるかは、明らかにされていない。然し沸騰蒸煮程度の加熱で黴の孢子が総て死滅するものであれば、適当な包装を考案するなり、或は防黴剤を混入する事に依つて、煉製品のみならず他の加熱食品貯蔵上有効な結果を期待し得られる。

依つて普通の食品に広く見られる青黴、毛黴、蜘蛛巣黴、黒黴、麴黴を使用し以上の見地から各種黴の死滅温度を見る為に以下の実験を行つた。黴の死滅温度に就いては文献にも記載されているが、時間と温度の関係が莫然としており、その報告も余り見当らない。

実 験 方 法

試験菌株は、鳥取大学農学部のご好意に依り分与せられたもので、その種類は青黴 (*Penicillium chrysogenum*) 毛黴 (*Mucor alternans*) 蜘蛛巣黴 (*Rhizopus javanicus*) 黒黴 (*Aspergillus niger*) 麴黴 (*Aspergillus oryzae*) を使用した。

温度は 45°C から 65°C 迄 5°C 毎に取つた、方法は滅菌試験管に一定稀釈度の黴孢子浮游液 1cc を取り湯浴にて空試験が所定温度になつた時を開始時間とし、終了後は直ちに水中に冷した後、麴汁寒天培養基にて平板培養を行い 30°C, 48~72時間後に発生する黴のコロニーを数えた。

結 果

上記方法に依る耐熱性試験結果を第1表~第6表に示す。(表中Aは1,000倍稀釈液、Bは10,000倍稀釈液)である。

第1表 青黴 (*Penicillium chrysogenum*) の耐熱性

温 度 °C	時 間 min.	A	B
対 照	0	150~200	15~20
45	10	多 数	9
50	10	12	2
55	2	0	0
55	4	0	0
60	10	0	0

第2表 毛黴 (*Mucor alternans*) の耐熱性

温 度 °C	時 間 min.	A	B
対 照	0	4,000	400
50	10	多 数	多 数
55	10	多 数	多 数
60	2	9	2
60	4	0	0
60	6	3	1
60	10	2	0
65	10	0	0

第3表 蜘蛛巣黴 (*Rhizopus javanicus*) の耐熱性

温 度 °C	時 間 min.	A	B
対 照	0	1,200	120
45	10	多 数	多 数
50	10	多 数	多 数
55	10	多 数	7
60	10	3	0
65	10	0	0

第4表 黒黴 (*Aspergillus niger*) の耐熱性

温 度 °C	時 間 min.	A	B
対 照	0	1,500	150
45	10	多 数	多 数
50	10	多 数	多 数
55	2	多 数	24
55	4	多 数	12
55	6	多 数	9
55	8	30~40	5
55	10	20~30	5
60	10	0	0

第5表 麹黴 (*Aspergillus oryzae*) の耐熱性

温 度 °C	時 間 min.	A	B
対 照	0	400	40
45	10	多 数	多 数
50	10	多 数	4
55	10	5	0
60	10	0	0
65	10	0	0

第6表 市販澱粉中に含有される黴の耐熱性

温 度 °C	時 間 min.	澱粉1g中の黴の孢子数
対 照	0	5,000ヶ
60	10	140ヶ
65	10	0
80	10	0

考 察

以上の実験結果から青黴は55°C 2分間で完全に死滅し50°C で10分間作用せしめたものは約9割は死滅するものと思はれる。

毛黴は65°C 10分間で死滅し、60°C 2分間で殆ど全部(99%以上)死滅する様である。

蜘蛛巣黴も65°C 10分間では、培養の結果、何れも発黴を見ず60°C 10分間では、2~3の発生を見るに過ぎず、55°C 位から孢子は死滅して行くものと思はれる。

黒黴は60°C で10分間の作用に依り、完全に死滅し、55°C 10分間で、95~99%死滅する。又麹黴は60°C 10分間で完全に死滅し、50°C 10分間では約90%、55°C 10分間では、98~99%死滅した。青黴(*Penicillium chrysogenum*)の芽孢子は乾熱では、127°C~132°C で漸く死滅すると云う記載もあるが湿熱では他の多くの麹黴(*Aspergillus Oryzae*)と同様、50°~60°C で死滅するものと考へられる。以上の5種の黴は何れも65°C で死滅は完全に行われたので煉製品の場合の黴の来源たる澱粉(馬鈴薯)についても同様の方法に依り実験した。結果はやはり65°C 10分間で完全に孢子を死滅せしめる

事が出来た。従つて黴の胞子の死滅温度は湿熱の場合は比較的到低温度であり、煉製品の如く中心部が、 80°C にて10~20分間蒸煮せられる時は、含有される黴は全部死滅し、貯蔵中に外部より黴の胞子が附着し、適度の湿度、温度、栄養分により急速に発育拡大するものと思はれる。

摘 要

- (1) 黴の死滅温度を測定した結果、青黴 50°C 、毛黴 65°C 、蜘蛛巣黴 65°C 、黒黴 50°C 、麴黴 60°C で死滅した。
- (2) 市販澱粉中に含有される黴の胞子も 65°C で完全に死滅し得た。
- (3) 煉製品に発育する黴は総て製造後外部から附着したものと見なし得る。

文 献

- 1) 野口栄三郎外1名：煉製品の保蔵に関する研究 第4報 本誌
- 2) 照井堯造：醗酵及び食品に対するフラン誘導体の応用 生産と技術 第2巻, 第6号 8月 '50
- 3) 相礎和嘉外13名：Nitrofurazrone に依る水産加工品の防腐研究
- 4) 宮路憲二：応用黴菌学

煉製品の保藏に関する研究(第7報)

各種包装紙の耐湿性並に防黴性

野口 栄三郎・佃 信 夫

A study on the preservation of fish cake (7).

The humidity resistance and mould occurrence for the some kinds of packing paper.

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

前報¹⁾で報告した様にフラスキンを混入した蒲鉾は、製造後の第2次汚染を防止することに依つて、蒲鉾上に発生する発黴を防ぎ、且つ腐敗も相当長期間延長し得られ、夏期10日間以上の保藏も可能であるとの見通しがつき、外部汚染防止の為の包装資材及包装方法の研究は極めて重要であることが判明した。第2次汚染を防止する方法としては罐詰、壘詰、各種被膜塗布、塩酸ゴム、ビニール等に依る包装、各種包装紙に依る包装等であるが、罐詰、壘詰、被膜塗布等については種々の難点があり、最も簡易且つ経済的に夏期10日間乃至15日間程度の保藏を行う為には、各種包装紙に依る包装が効果があれば、最も理想的であると考えられるので、現在各種食料品の包装等に使用されているセロファン紙、硫酸紙、パラフィン紙、防水セロファン紙、塩酸ゴム(ライファン)、ビニールの耐湿性、及び各種防黴剤の之等包装紙への塗布効果に付研究したのでその結果を報告する。

本研究に使用した包装資材は次の様なものである。

(1) セロファン紙	No. 3	市販品	装造工場不明
(2) 防水セロファン紙	"	"	" (両面にビニールを塗布したと称するもの)
(3) 硫酸紙	"	"	"
(4) パラフィン紙	"	"	"
(5) 塩酸ゴム(ライファン)	"	"	"
(6) ビニール		市販風呂敷の一部	"

I. 耐湿性に関する研究

研究 方 法

内径3 cm, 高3 cmの秤量壘に同量の蒸留水を入れ、秤量壘の口を包装紙材でパラフィンを以て封臘し乾燥デシクター(CaCl₂)内に放置し、室温にて100時間放置後減量を以て耐湿性を判定した。又包装紙を加熱した場合の影響を見る為、該包装紙を98°Cの蒸気中にて30分間蒸煮後のものも同様にして験べた。

結 果

各包装資材並に加熱蒸煮した包装資材の耐湿性は次の通りであつた。

第1表 各種包装資材の耐湿力 (温度 18°C~27°C 100時間)

記号	包装資材名	番号	内 容 水 量 g	原 重 量 g	放置後重量 g	減 量 g
A	セロファン紙	1	1.9982	11.5661	10.2238	1.3423
		2	1.9967	11.8271	10.5835	1.2436
		平均	1.9975			1.2929
B	防水セロファン紙	1	1.9644	12.4740	12.2900	0.1840
		2	2.0163	11.7566	11.5488	0.2078
		平均	1.9804			0.1959
C	硫 酸 紙	1	1.9915	12.1935	10.7965	1.3970
		2	1.9663	11.7125	10.3655	1.3470
		平均	1.9939			1.3720
D	パラフィン紙	1	1.9929	12.0582	11.9392	0.1190
		2	1.9930	12.7900	12.7284	0.0616
		平均	1.9930			0.0903
E	塩 酸 ゴ ム	1	2.0243	12.3260	12.3010	0.0250
		2	2.0268	11.4300	11.4112	0.0188
		平均	2.0254			0.0210
F	ビ ニ ー ル	1	2.0128	11.8835	11.7255	0.1583
		2	2.0008	11.2540	11.1094	0.1446
		平均	2.0066			0.1514

第2表 加熱した包装資材の耐湿力 (温度 25°C~32°C 100時間)

記号	包装資材名	番号	内容水量 g	原 重 量 g	放置後重量 g	減 量 g	Aの減量を 100とした 場合 %
A	セロファン紙	1	4.9860	14.5823	12.5187	2.0636	42.96
		2	4.9746	15.1127	13.1368	1.9758	
		平均	4.9806			2.0197	
B	防水セロファン紙	1	4.9842	16.0254	15.5867	0.4387	5.90
		2	4.9600	15.8480	15.7318	0.1162	
		平均	4.9721			0.2775	
C	硫 酸 紙	1	4.8744	15.2760	12.9540	2.3220	48.54
		2	4.9832	15.2990	13.0565	2.2425	
		平均	4.9788			2.2823	
D	パラフィン紙	1	4.9637	15.1515	14.9900	0.1615	3.03
		2	4.9770	14.5915	14.4675	0.1240	
		平均	4.9703			0.1427	
E	塩 酸 ゴ ム	1	4.9837	14.9712	14.8843	0.0867	1.05
		2	4.9792	14.5980	14.5864	0.0116	
		平均	4.9814			0.0493	

F	対 照	1	5.0007	13.7192	9.0348	4.6844	100.0
		2	5.0010	14.1828	9.4878	4.6950	
		平均	5.0008			4.6997	

上記蒸発量から見ると耐湿性の順は塩酸ゴム、パラフィン紙、ビニール、防水セロファン紙、セロファン紙、硫酸紙の順序で加熱に依つてその耐湿性は一般に低下するが、矢張り同様な順位を示している。この場合の自然蒸発量(対照)を100とすると、塩酸ゴム1.05%、パラフィン紙3.04%、防水セロファン紙5.90%で塩酸ゴム等は比較的耐湿性が強いが、硫酸紙48.54%、セロファン紙42.96%で硫酸紙、普通セロファン紙は極めて耐湿性が少ない。

即ち硫酸紙、セロファン紙等で蒲鋒等を包装する場合は塩酸ゴム、防水セロファン紙等で包装した場合よりも製品は乾燥し易く、且つ包装紙上の湿度は高いので、発黴し易い事も想像される。

Ⅱ. 防黴性に関する研究

研 究 方 法

(1) 包装資材単独の場合の発黴性

各種包装資材を適当の大きさに切り、シャーレーに入れ、包装紙上に麴黴(*Asp. Oryzae*)胞子の懸濁液を塗布し、蓋を施して30°C、飽和湿度に放置した。

(2) 培養基に包装資材を密着させた場合の発黴性

各種包装資材をシャーレーの大きさに切り、滅菌麴汁培養基³⁾に包装資材を密着させ包装資材上に麴黴(*Asp. Oryzae*)胞子の懸濁液を塗布し、蓋を施して30°C、飽和湿度に放置した。

(3) 各種防腐剤の塗布効果

下記防腐剤をセロファン紙の両面に2回(乾燥後)塗布し、之を(2)と同様に処理して発黴状況を観察した。

(a) 対 照

(b) パラ安息香酸ブチールエステル(市販サリチドール)液 濃度 $\frac{1}{1,000}$ アルコール液

(c) プロピレングリコール液 市販品原液のまま

(d) ポリビニールアルコール(P.V.A) 市販品濃度10%アルコール液

(e) パラ安息香酸ブチールエステル+プロピレングリコール液 濃度 $\frac{1}{1,000}$ グリコール液

(f) パラ安息香酸ブチールエステル+P.V.Aアルコール液 濃度 $\frac{1}{1,000}$ P.V.A アルコール液

(g) メチルナフトキン(カビノン)液 濃度 $\frac{1}{1,000}$ アルコール液

(h) 同上 +P.V.Aアルコール液 濃度 $\frac{1}{2,000}$ P.V.A.アルコール液

(i) パナゾン 濃度 $\frac{1}{1,000}$ アルコール液

(j) パナゾン+P.V.Aアルコール液 濃度 $\frac{1}{2,000}$ P.V.A アルコール液

(k) ノバク(No-Bac) 濃度 $\frac{1}{1,000}$ アルコール液

- (l) 同上 +P.V.Aアルコール液 濃度 $\frac{1}{2,000}$ P.V.Aアルコール液
- (m) デヒドロ醋酸 濃度 $\frac{1}{1,000}$ アルコール液
- (n) 同上 +P.V.Aアルコール液 濃度 $\frac{1}{2,000}$ P.V.Aアルコール液

結 果

(1) 包装紙単独の場合の発黴性

7日間放置したが何れの包装資材にも発黴しなかつた。

(2) 培養基に包装資材を密着させた場合の発黴性

培養基に密着させた各包装資材の発黴状況は次の様であつた。

第3表 培養基に密着させた包装資材の発黴状況

包装資材の種類	1 日 後	2 日 後	3 日 後	4 日 後	備 考
セロファン紙	塗布部菌糸発生	全面的に拡大 胞子着生	同 左 セロファン破れ 易い	同 左	
防水セロファン紙	発生なし	僅に発生菌糸発 育不十分防水膜 剝離の傾向	直径2cm内外菌 糸発育不十分防 水皮膜剝離	胞子着生 同 左	発生部は皮膜が 剝離され特有の 反射光線を出す
硫 酸 紙	塗布部に菌糸発生	直径2~3cm 胞子着生	全面発生 破れ易し	同 左	
パラフィン紙	塗布部に菌糸発 生?	直径1~2.5cm 胞子着生, 菌糸 発育不十分	全面発生 破れ易し	同 左	
塩 酸 ゴ ム	発生なし	発生なし	発生なし	発生なし	
ビ ニ ール	発生なし	発生なし	発生なし	発生なし	

(3) 各種防黴剤を塗布した場合

普通セロファンに各種防黴剤を塗布し培養基に密着させた結果は次の通りであつた。

第4表 各種防黴剤の塗布効果

番号	塗 布 剤 名	24時間後	30時間後	48時間後	発黴状況 の 順 位	備 考
a	対 照	塗布部に菌糸発生	胞子着生 発生面積拡大	約 $\frac{5}{10}$ 面積を占む	5	全般的にセロファン処理中に着生したと思われる Asp. Oryzae 以外の他の黴類の発生が認められた 黒黴も, 毛黴類が多い。
b	P-安息香酸ブチ ルエステル	〃	〃	〃 $\frac{1}{10}$ 〃	1	
c	プロピレングリコ ール	〃	〃	〃 $\frac{8}{10}$ 〃	6	
d	ポリビニールアル コール (P.V.A)	〃	〃	〃 $\frac{8}{10}$ 〃	6	
e	P安息香酸ブチ ルエステル+プロ ピレングリコール	〃	〃	〃 $\frac{3}{10}$ 〃	4	

f	P—安息香酸ブチルエステル +P.V.A	菌糸発生?	菌糸発生	$\frac{2}{10}$ //	2	
g	メチールナフトキノン	塗布部に菌糸発生	胞子着生 面積拡大	$\frac{2}{10}$ //	2	
h	メチールナフトキノン+P.V.A	菌糸発生?	//	$\frac{2}{10}$ //	2	
i	パナゾン	塗布部に菌糸発生	//	$\frac{3}{10}$ //	3	
j	パナゾン+P.V.A	//	//	$\frac{4}{10}$ //	4	
k	No-Bac	//	//	$\frac{3}{10}$ //	3	
l	No-Bac+P. V. A	//	//	$\frac{4}{10}$ //	4	
m	デヒドロ醋酸	菌糸発生?	//	$\frac{2}{10}$ //	2	
n	デヒドロ醋酸 +P.V.A	発生なし	//	$\frac{4}{10}$ //	4	

以上の結果から各包装資材の防黴力を見ると、各包装紙共単独に存在する場合は、発黴は困難であるが適当な水分及栄養分を有する培養基に接せしめると、直ちに黴が発育する。特に耐湿性の低い硫酸紙、セロファン紙ではその発生発育は、殆んど対照と変りがない。

パラフィン紙は耐湿性は強いが、往々紙面に疵がつき易く、且つ比較的発黴し易い様である。塩酸ゴム、ビニールは耐水性も強く従つて水分栄養分の紙面上への滲出も少く発黴し難いものと考えられ、4日後に於ても直接塩酸ゴム又はビニール上からの発生は認められなかつた。

防水セロファン紙も比較的発育が困難であるが、防水皮膜の間隙を縫つて、あたかも木の根が岩石を割つて伸長して行く様に菌糸が繁殖して行き、結局胞子を着生する。即ち防水セロファン紙を使用した場合でも直接水分を多く含有した培養基上に接している場合には黴が発生する。セロファン紙上に各種の防黴性物資と称せられる薬剤を塗布して見た結果は、何れの場合にも黴が発育発生してその効果は認められなかつた。

特にプロピレングリコール、ポリビニールアルコール等の塗布は却つて発黴を促進する様に見える。その理由は表面が湿潤となり、乾燥し難い為と考えられる。

僅に効果の認められるのはP—安息香酸ブチルエステル、メチールナフトキノン(ビタミンK₃)デヒドロ醋酸等を単独で使用的場合であるがこれとて何れも $\frac{1}{1,000}$ 濃度の高濃度で30時間後には発黴している。

考 察

包装紙上に発育発生する黴を防止すると云うことは、煉製品の保蔵上極めて重要な課題であるが、従来発黴防止作用を有すると云われる各種防黴剤を塗布してみても、殆んどその効果が認められなかつた。最も効果がある様に考えられる安息香酸ブチルエステルにしても、培養基に於いてはその濃度が $\frac{75}{100,000}$ では、12日後にも発黴³⁾しなかつたはも拘らず、 $\frac{100}{100,000}$ の高濃度で30時間後には発育発

生していると云う事は種々の原因がなければならない。

即ち上述の研究結果から(1) 包装紙単独では発黴しない。(2) 培養基に直接密着させると発黴する。(3) この場合の発黴は耐湿性の少いもの程発黴し易く耐湿性の強い塩酸ゴム、ビニール等の表面には発生しない。(4) 防黴剤は水に極めて難溶性であること。(5) 各種の防黴剤を塗布しても殆んどその効果が認められないこと等の諸点から耐湿性の少い包装紙上に発黴する原因は包装紙を浸透して培養基の水分及栄養分が極めて少量ではあるが、包装紙上に浸出して行きこの水分及栄養分を基盤として胞子が発育発生したもので、然もこの場合使用した発黴防止剤は水に難溶性である為発黴防止作用を呈し得ないのではないかと考えられる。

以上の観点から極めて水に易溶性で然も強力な発黴防止剤が完成されない限り、単にセロファン紙上に之等の防黴剤を塗布するのみでは包装紙上の発黴防止は困難であり、又更に、単に之等の防黴剤を製品自体に混入するのみで製品上の発黴阻止を計ることも極めて困難³⁾であると考えられる。

即ち包装紙上に発生する発黴を阻止する為には塩酸ゴム、ビニールの如き極めて耐湿性の強い包装資材を使用するか、或は耐水性の強い塗布剤を塗布した耐水紙を使用しなければならないと考えられる。

終りに貴重な防黴剤の御斡旋、御分譲を賜った東海区水研鉄本博士、内山技官に深謝する。

摘 要

- (1) 本研究では各種包装資材の耐湿性、防黴性、防黴剤塗布に依る包装紙上の発黴防止について研究した。
- (2) 各包装資材単独の場合は発黴しない。
- (3) 培養基に包装資材を密着させると発黴する。
- (4) 包装資材の耐湿性の少いもの程発黴し易く、耐水性の強い塩酸ゴム、ビニールでは発黴しない。
- (5) 各種の防黴剤を包装紙の両面に塗布しても発黴防止効果は殆んど認められない。
- (6) 以上の結果から煉製品の発黴を阻止する為に単に防黴剤を製品中に混入し、或は包装紙上に防黴剤を塗布するのみでは、その効果は疑問であつて、極めて強力且つ水に易溶性の防黴剤の完成されない限り耐湿性の強い包装資材、若くは耐水塗料を塗布した耐水紙を以て包装する以外に方法はない様に考える。

参 考 文 献

- 1) 野口栄三郎・佃 信夫：煉製品の保蔵に関する研究（第5報）本誌
- 2) 宮路憲二：応用微菌学 下巻
- 3) 野口栄三郎・尾藤方通：水産製品の発黴防止に対するP—安息香酸ブチルエステル¹の効力
日本水産学会誌 第15巻 第1号 昭和24年

煉製品の保藏に関する研究(第8報)

貯蔵湿度の煉製品に及ぼす影響について

野口 栄三郎・佃 信夫

A study on the preservation of fish cake (8).

The influence of humidity in preservation.

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

前報¹⁾で蒲鉾類の内部からの腐敗はフラスキン²⁾の様な静菌剤を使用することに依つて可成り防止得る期間を延長させることが出来、又耐湿性包装紙で包装することに依つて第2次汚染に依つて行われると考えられるカビ、ネトの発生等も防除し得る事を述べた。本研究は包装をしない蒲鉾を空气中に放置した場合空气中の湿度に依つて製品の発霉、製品の乾燥等に如何なる影響を与えるかを知る為に研究したのでその結果を報告する。

研 究 方 法

フラスキン5万分の1を混入し常法に依つて製造した蒲鉾(原料鰯、澱粉15%使用、無糖)を巾1m内外の切片に切り、両面に麴霉(*Aspergillus Oryzoe*)の胞子を塗布したものを一定濃度の硫酸を入れて一定湿度とした標本壺内に吊下げ蓋を封鎖して密封し30°Cの恒温器内に放置して発霉の状況、水分量の変化等を観察した。

使用した硫酸濃度と湿度との関係は次の様である。

第1表²⁾ 硫酸濃度と湿度との関係(温度30°C)

H ₂ SO ₄ 濃 度 %	0(水)%	20%	30%	40%	50%	60%
湿 度 %	100%	88%	74%	58%	38%	18%

結 果 及 考 察

1) 保存中の湿度の発霉に及ぼす影響
 肉眼観察結果は第2表の様であつた。

第 2 表 蒲 鉾 の 肉 眼 観 察 結 果 (温度 30°C)

経過時間数	H ₂ SO ₄ %	水 H ₂ O	20%	30%	40%	50%	60%
	湿度	100%	88%	74%	58%	38%	18%
24時間	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	僅に乾燥	僅に乾燥	
31	菌糸及孢子発生	菌糸及孢子発生	菌糸及孢子発生	菌糸発生 板付部乾燥	全体乾燥す	乾燥甚し	
48	1部にネト発生	1部にネト発生	1部にネト発生 板付部乾燥	孢子発生 1部ネト発生	著しく乾燥す	同上	
55	カビ2cm内外 に拡大	カビ 1.7~1.8 cm に拡大	カビ1.3~1.5cm 菌糸乾燥状態発 育不良	カビ0.7~1.2cm カビ乾燥状態と なり発育停止不 良	カビの発生なし 乾燥甚し	カビの発生なし、 乾固す	

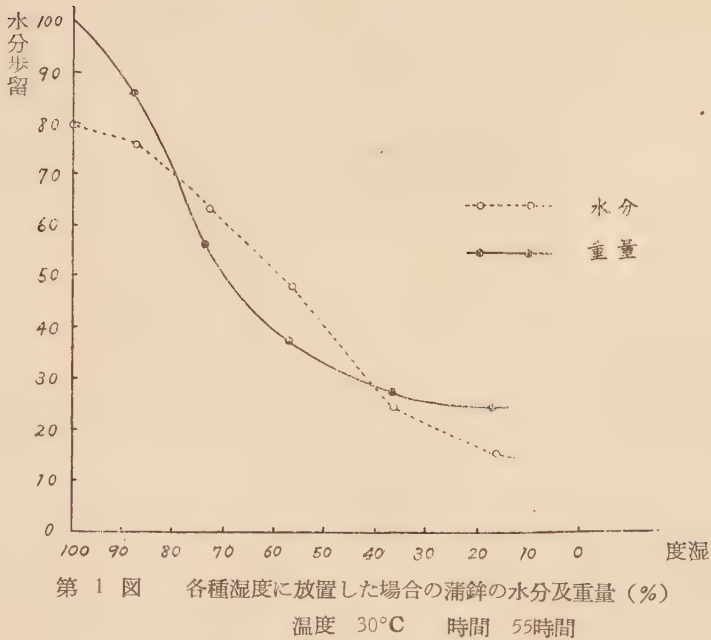
即ち空気中の湿度74%迄は飽和湿度の場合と大差なく31時間後には菌糸及孢子が発生し、湿度58%の場合にも僅に遅れて菌糸及孢子が発生するが、その発育は不良であつて湿度38%の場合には発育、発生が認められなかつた。この場合蒲鉾は可成り乾燥し、その為にかビが発生、発育しないとも考えられるが、Thom and Le Fevre⁷⁾に依れば *Aspergillus glaucus* は水分量13%以上あれば発育し、16%以上となると他のカビも発育し始めると報告し、亦大谷及木俣氏⁸⁾も魚肉粉末を用ひて試験した結果 *Aspergillus glaucus* は水分の多い時には発育せず18~30%で発育し、水分量20%の時最も良く発育し、*Penicillium glaucum* は水分量30~45%で37%附近で良く発育すると述べている。この場合の蒲鉾の水分量は少く共20%以上存在すると考えられるので表面が乾燥した為には発育しなかつたとは考えられない。Lewis and yesair⁹⁾ はカビの発育には空気中の湿度は殆んど影響がないと述べているが、これは培地に多量の水分を含んでいる場合と考えられ、Thom and Shaw⁶⁾が空気中の湿度70%以下の時にはバターにカビが発育しない事を見ている様に恐らく蒲鉾に於ても空気中の湿度が低下した為には発育しなかつたのだと考えられる。何れにしても蒲鉾は湿度38% (30°C) 以下で放置すればカビの着生発育はないものと考えられる。

(2) 水分量の減少について

煉製品を乾燥した空气中に放置すると水分を蒸発して乾固する。各湿度に蒲鉾切片を55時間放置した場合の水分量、水分蒸発に依る減量、切断面積の縮小等を示すと第3表、第1図の様になる。

第 3 表 種々の湿度に放置した蒲鉾の水分量、減量、切断面積 (温度 30°C, 放置時間55時間)

湿度	100%	88%	74%	58%	38%	18%
水分量	79.19%	75.95%	63.19%	47.71%	34.74%	15.32%
重量歩留	100	86.7	56.5	37.8	26.3	24.5
切断面積	16.4cm ²	15.9cm ²	9.6cm ²	8.5cm ²	7.7cm ²	7.4cm ²



即ち水分は急激に減少して80%内外の水分を含んでいる蒲鉾は湿度88%で75%内外となり、湿度75%では63%内外の水分量となつて可成り表面は乾燥する。更に湿度58%では水分量は48%内外となつて殆んど腐敗し難い状態となる。重量の方も水分の蒸発に伴つて急激に減少して、湿度88%では原重量に対して85%内外となり74%の湿度では55時間後に約半量の55%内外となる。

東京附近の冬期の平均湿度は62~65% (平均気温3.0°C~7.0°C) と云われており可成り湿度が低い。夏期に於ても普通80%内外の湿度であるので実験の場合と異つて普通の製品の場合は1枚の儘で放置されるので蒸発面積が割合に小さく、又温度も低いので斯様な著しい急速な乾燥歩減りは見られないが、表面にネト等が発生せず腐敗発黴等が行われないでそのまま空気中に放置されている場合には、極めて短時間に表面は乾燥し可成り重量及体積を減少することが想像される。

蒲鉾等の本来の美味は元来味とその弾力にあるが少く共表面が乾固されれば当然この弾力はなくなり本来の美味、特長が失われる。

即ち煉製品の包装と云う事は既に報告した如く煉製品の発黴、ネト発生等の第2次汚染を防ぐ為には必要欠くべからざるものであるが、この様な製品の蒸発乾燥と云う物理的原因に基く悪変化を防ぐ為にも充分考慮されなければならない問題である。そしてこの包装用資材も先に述べた如く硫酸紙、セロファン紙の如き耐湿性の強い包装紙では効果が薄く製品の乾燥を防ぐ為にも防水セロファン紙、硫酸ゴム、ポリエチレンフィルムの如き耐湿性の強い包装紙を使用しなければならないと考える。

終りに本研究に当つて硫酸濃度と湿度との関係について御教示を戴いた東海区水研松本重一郎氏に感謝する。

摘 要

(1) フラスキンを混入した蒲鉾を各湿度を有する空気中に放置して発黴状況、水分量の変化等について観察した。

(2) 温度 30°C で空気中の湿度 58% 内外の場合には蒲鉾上にカビが発育するが湿度 38% 以下となるとカビは発育発生しない。

(3) 水分量は空気中の湿度の減少に伴つて急速に減少し、製品は乾燥して重量、容積も甚しく減少する。蒲鉾等の煉製品の本来の味は弾力に基く事が多いが乾燥に依つてその弾力を失うので煉製品の第 2 次汚染を防止するのみならず煉製品の保蔵の為には耐湿性包装紙で包装する事は極めて肝要の事である。

参 考 文 献

- (1) 野口・佃：煉製品の保蔵に関する研究 第 4 報～第 7 報 本誌
- (2) Landolt: Physikalischen Tabellen より
- (3) Thom and Le Fevre: J. Agr Res, 22, 179. '21,
- (4) 大谷・木俣：水産製造化学 (大谷武夫著)
- (5) Lewis and yesais: Inst Amer, Packers. Chicago, '28
- (6) Thom and Shaw: J. Agr, Res, 3, 301. '15,

煉製品の保藏に関する研究(第9報)

保藏温度の影響について

野口 栄三郎・佃 信夫

A study on the preservation of fish cake (9).

The influence of temperature in preservation.

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

第2回鮮度保持研究会議(昭和27年10月於北海道)により煉製品の貯藏温度別保藏効果を各参加海区共通テーマとして取上げる事になつたので、その一環として本研究を実施した。

前報迄の報告により¹⁾、又他の報告にも見られる如く²⁾無包装の蒲鉾は包装せるものに比して腐敗は急速に進行する。又防腐剤としてフラスキンを使用した時には、無使用のものに比して夏期少く共1日～1日半の保藏期間を延長せしめる事が確認せられている。(第1回鮮度保持研究会議(昭和27年7月於大阪))此の観点から我々は各種の包装紙やフラスキンの種々の濃度に於て之等の多くの組合せによる実験を行い¹⁾、フラスキン単独でも或は包装紙単独でも対照に比して1日～2日程度の鮮度保持延長しか期待出来ず、より大きな保藏効果を挙げる為にはフラスキンと耐湿性包装紙の共用によらねばならぬ事を結論し、斯くする時は夏期に於ても10日間程度の蒲鉾類の鮮度保持は可能である事を指摘した。

本実験に於ても保藏温度の影響が包装の有無で可成りの差異の生ずる事を考慮に入れ、試験を包装しない場合とした場合の2通りに分けて行つた。

研 究 方 法

(I) 無包装蒲鉾の場合

資料は香住町植田蒲鉾店に依頼調製したもので、原料魚組成はアカムツ70、スケソウタラ30、配合割合は原料魚肉100、澱粉20、食塩、味の素、甘味剤等若干のもので、フラスキン混入品はフラスキンを5万分の1混入した。これ等の試料はコッホ氏蒸気殺菌釜で蒸気温度90°C以上で20分間蒸煮し、室温にて約1時間放冷後、25°Cは孵卵器内に、室温は大型デシケーターに、2°Cは冷蔵庫に、各々下部に水を入れた容器を入れて、飽和湿度で貯藏した。室温貯藏のものは試験期間中最高温度18°C、最低3°C、平均12°C内外であつた。

結 果

肉眼観察の結果及び細菌数、揮発性塩基窒素量の変化を第1表～第3表に示す。

第 1 表 無包装蒲鉾の肉眼観察結果

経過 日数	対 照											
	25°C				室 温				2°C			
	ネ ト	黴	臭 気	食用	ネ ト	黴	臭 気	食 用	ネ ト	黴	臭 気	食用
1	—	—	—	可	—	—	—	可	—	—	—	可
2	±	黴多数点 在	—	商品に ならず	—	—	—	〃	—	—	—	〃
3	+	黴青色と なる	—	否	—	—	—	〃	—	—	—	〃
4		青黴一面 に拡大	黴 臭	否	—	—	—	〃	—	—	—	〃
5			黴 臭		—	—	—	〃	—	—	—	〃
6			内部も腐 敗臭強 くなる		±	—	—	〃	—	—	—	〃
8					±	—	僅かに腐 敗臭	否	—	—	—	〃
9						—			±	—	—	〃
10		黴層をなし 容積少 になる			淡黄色ネ ト表面に 多数		塩基臭強 し		±	—	—	〃
13						毛黴発生			+		ネトの為 食用不能 だが臭気 は大した 事はない	±
16									ネト相当 広がる			否

経過 日数	フラスキン $\frac{1}{80,000}$ 混入											
	25°C				室 温				2°C			
	ネト	黴	臭 気	食 用	ネ ト	黴	臭 気	食 用	ネ ト	黴	臭 気	食 用
1	—	—	—	可	—	—	—	可	—	—	—	可
2	—	黴の白点 多数点在 青色とな る	—	〃	—	—	—	〃	—	—	—	〃
3	—		黴臭強し	黴を取れ ば可	—	—	—	〃	—	—	—	〃
4	—	青黴一面		否	—	—	—	〃	—	—	—	〃
5				足は異常 なく内部 は良好	—	—	—	〃	—	—	—	〃
6					—	—	—	〃	—	—	—	〃
8					±	—	—	±	—	—	—	〃
9					±	—	—	否	±	—	—	〃
10					淡黄灰色 ネト表面 に繁殖		塩基臭		表面黴少 ネト	—	±	±
13										—	±	
16									表面ネト 多量	—	大した変 化はない	否

第2表 無包装蒲鉾の細菌数の変化

経過 日数	25°C対照	25°Cフラスキン	室温対照	室温フラスキン	2°C対照	2°Cフラスキン
0	2.7×10^3	4.8×10^2	2.7×10^3	4.8×10^2	2.7×10^3	4.8×10^2
2	—	—	—	—	—	—
4	—	2.3×10^6	—	6.7×10^3	5.0×10^3	8.5×10^3
9	6.2×10^6	3.4×10^7	4.5×10^6	2.4×10^6	6.2×10^4	1.7×10^4
12	2.0×10^7	2.2×10^7	1.3×10^7	3.3×10^7	5.5×10^5	5.9×10^5
14			4.0×10^6	—	1.8×10^6	1.0×10^6
16			1.5×10^7	—	7.0×10^7	5.2×10^7

2日目は恒温器の温度 80°C になり細菌死滅

第3表 無包装蒲鉾の揮発性塩基窒素量

経過 日数	25°C 対 照	25°Cフラスキン	室温対照	室温フラスキン	2°C 対 照	2°C フラスキン
0	4.94	8.92	4.94	6.17	4.94	6.17
2	5.21	31.71	7.82	7.27	—	—
4	12.48	35.94	—	6.52	6.58	7.54
7	62.77	34.06	8.37	8.50	—	—
9	93.20	55.91	8.23	9.74	8.50	7.95
11			10.97	10.97	9.46	7.68
14			23.72	18.92	13.98	15.36
17			37.28	—	21.66	28.24
21			58.25	—	36.32	41.12

以上の実験結果から無包装の場合 25°C 貯蔵に於ては、フラスキン混入品は対照に比して肉眼的に 1 日～2 日程度の保蔵期間の延長が見られるが、室温及び 2°C の気温では、対照品と殆んど差異を認められず、細菌数及び揮発性塩基発生量に於ても殆んど差異が認められず、室温で 8 日間 2°C では 10 日間程度の保蔵が出来る様である。2°C 以下の気温ではこの期間内に黴の発生は見られなかった。

細菌数の測定は蒲鉾の中心部から無菌的に 1gr. を採取し、無菌的に播漬し適度に稀釈してその Jcc を取り、普通寒天培養基に発生するコロニー数を計算したので蒲鉾全体特に蒲鉾表面の細菌数よりは相当小さな値を示しているものと思う。大体中心部細菌数が 10^6 に達すれば外観的に食用不能の初徴を示す様であり、 10^7 に至れば腐敗臭は瀝然となる。

(Ⅱ) 包装蒲鉾の場合

前同様香住町植田蒲鉾店より板付すりみを購入し、当研究室に於いてゴッホ氏蒸気殺菌釜を使用し、防水セロファン紙で包装してから蒸煮した。原料魚はスケソウタラで、配合割合は原料魚肉 100、澱粉 15、食塩、味の素、甘味料若干である。蒸煮時間は 90°C 以上で 20 分間（蒸気最高温度 98°C）とした。蒸煮後の処置は実験（Ⅰ）と同様である。

結 果

肉眼観察の結果及び細菌数、揮発性塩基窒素量の変化を第 4 表～第 5 表及び第 1 図～第 3 図に示す。

第 4 表 包装蒲鉾の肉眼観察結果（防水セロファン包装）

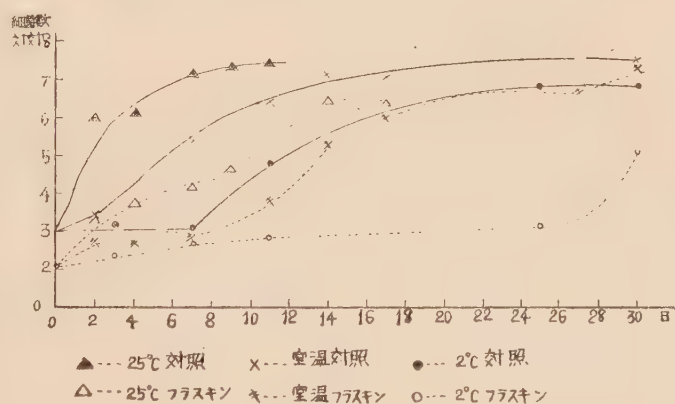
経過 日数	対 照											
	25°C				室 温				2°C			
	ネ ト	徴	臭 気	食 用	ネ ト	徴	臭 気	食 用	ネ ト	徴	臭 気	食 用
1	変	化	な	し	変	化	な	し	変	化	な	し
2	板付部僅かに	〃	〃	可	〃	〃	〃	可	〃	〃	〃	可
3	表面及板付部に発生	〃	〃	士	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
4	3枚の中2枚著し	〃	悪 臭	否	〃	〃	鮮度稍低下	〃	〃	〃	〃	〃
6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
7	表面とける	〃	腐敗臭強	〃			表面僅かに古い感じ	〃	〃	〃	〃	〃
8			腐敗せる納豆様臭		表面僅かにネト			〃	〃	〃	〃	〃
11					表面ネト			士	〃	〃	〃	〃
13					〃		腐敗臭	否	〃	〃	〃	〃
14							〃	足は全く変化なし	〃	〃	〃	〃
27					ネト著し		腐敗臭内部に及ぶ	〃	〃	〃	〃	〃
30							完全に腐敗		僅かにネト表面に発生			士

経過 日数	フ ラ ス キ ン $\frac{1}{50,000}$ 混 入											
	25°C				室 温				2°C			
	ネ ト	徴	臭 気	食 用	ネ ト	徴	臭 気	食 用	ネ ト	徴	臭 気	食 用
1	変	化	な	し	変	化	な	し	変	化	な	し
2	〃	〃	〃	可	〃	〃	〃	可	〃	〃	〃	可
3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
6	〃	包装上に青黴点存在	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
7	〃	包装上に青黴多数	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
8	〃		〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
11	〃	表面僅かにネト	徴 臭	士	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
13	〃	表面黴一面	悪 臭	否	表面黴少量ネト気味	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
14						〃	新鮮臭全くなし	士	〃	〃	〃	〃
27					表面ネト	〃	僅かに悪臭	否	〃	〃	〃	〃
30							腐敗臭		最後迄変化なし			

第5表 包装蒲鉛の細菌数の変化

試料 \ 日数	0	2	3	4	7	9
25°C 対 照	1.1×10^3	1.0×10^6		1.5×10^6	1.6×10^7	2.2×10^7
25°C フラスキン混入	1.5×10^2	2.3×10^3		6.5×10^3	1.3×10^4	4.5×10^4
室 温 対 照	1.1×10^3	2.0×10^3			3.0×10^5	
室温 フラスキン混入	1.5×10^2	5.0×10^2		4.5×10^2	4.0×10^2	
2°C 対 照	1.1×10^3		1.7×10^3		1.1×10^3	
2°C フラスキン混入	1.5×10^2		1.6×10^2		5.0×10^2	

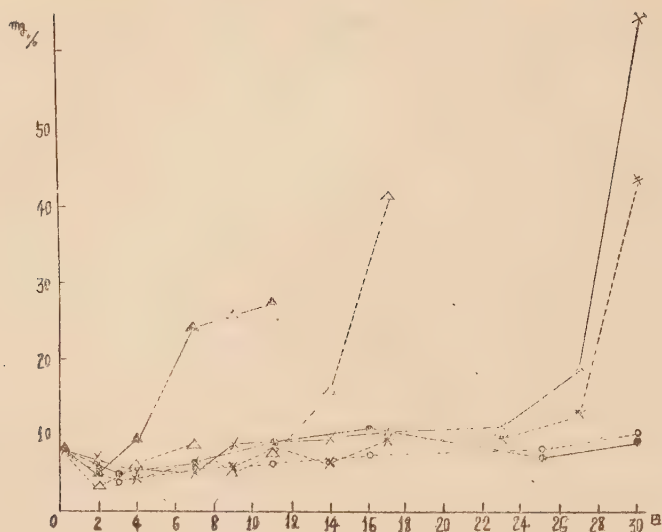
試料 \ 日数	11	14	17	25	27	30
25°C 対 照	2.6×10^7					
25°C フラスキン混入	2.9×10^6	2.4×10^6				
室 温 対 照	2.8×10^6	1.3×10^7	1.2×10^7			2.8×10^7
室温 フラスキン混入	6.7×10^3	2.0×10^5	1.0×10^6		4.1×10^6	2.1×10^7
2°C 対 照	6.5×10^4			6.7×10^6		7.5×10^6
2°C フラスキン混入	9.0×10^2			1.5×10^3		1.2×10^5



第1図 包装蒲鉛の細菌数の変化



第2図 包装蒲鉛の揮発性酸量の変化



第 3 図 包装用鋅の揮発性塩基窒素量の変化

肉眼観察の結果から、食用可能期間は無包装フラスキン混入の時よりも包装対照の方がより効果的であつた。即ち 25°C では 3 日間、室温では 11 日間、 2°C では約 1 ヶ月間は食用可能である。更にフラスキンを混入し防水セロファン包装の場合には、 25°C に於いても包装紙上から微が發生するが、包装紙を取れば内部は 10 日後に至るも変化なく、室温 (12°C 内外) では約 14 日、更に 2°C では 1 ヶ月間の試験期間中殆んど変化も見られず、食用可能であつた。細菌数は実験 (I) と同様 10^6 位で鮮度低下初期腐敗の徴候を表し、 10^7 で腐敗が明らかとなる点は良く一致している。

揮発性酸は一度減少した後再び増加してくるが、気温の低い場合には急激な増加は認められない。又揮発性塩基窒素量は普通に腐敗点と云はれる 30 mg では肉眼観察と相当ずれ、20 mg で既に肉眼的に相当の鮮度低下が観察し得られた。

考 察

従来報告されている様に無包装の場合には、フラスキン混入品と然らざるものとの間には顕著な差異が認められず、 25°C の気温では 2～3 日間、 12°C 内外の気温では 6～8 日間、 2°C の気温では 10 日間程度の保蔵期間 (勿論製造直後の微生物の種類、残存量、貯蔵中の汚染度等に依つて左右されるが) であるが、之を包装後蒸煮した場合には、フラスキン混入品と然らざるものとの間には可成り顕著な差異が認められる。勿論この場合の包装の効果としては製品を嫌氣的に貯蔵²⁾ したと云う影響も考えられるが、 25°C の場合に於ては、(1) 包装品に於てもフラスキンを混入しないものは内部から急速に腐敗しておること、(2) 包装品に於てはフラスキン混入品と然らざるものとの間に可成り顕著に差が現れておること、(3) 本試験に於ては何回も包装紙を開いて試料を採取しているにも拘らず、可成り包装品と非包装品の間に効果の差が認められるので外部から附着する第 2 次汚染防止の効果は可成り顕著であると考えられ、単に除酸素の影響の方が強いと云ふ事も断言出来ない。

何れにしても耐水性包装紙で包装後蒸煮したものは、従来 25°C で 1 日～2 日間、 12°C 内外の気温で 5～6 日間、 2°C の気温で 10 日間程度のものが 25°C (夏期) の気温で 3 日間、 12°C で 11 日間、 2°C では 30 日間内外の貯蔵が可能となり、更にフラスキンを混入すれば 25°C で 10 日間、 12°C で 14 日

間、 2°C では30日間以上貯蔵が可能であると考えられる。

摘 要

- 1) 蒲鉾の温度別保蔵効果を無包装の場合と防水セロファン紙で包装した場合とに分けて実験を行った。
- 2) 無包装対照品は 25°C で1日～2日、室温(12°C 内外)では6日、 2°C では10日間食用可能であり、フラスキン $\frac{1}{50,000}$ 混入により、更に保蔵期間を1日～2日延長せしめ得るが低温度の場合にはその効果は顕著でない。
- 3) 防水セロファン紙包装、蒸煮製品では対照 25°C で3日、室温(12°C 内外)で11日、 2°C では30日変化を来さず、更にフラスキン $\frac{1}{50,000}$ 混入により 25°C では10日、室温(12°C 内外)では14日間、 2°C では30日間以上充分鮮度を保持し得た。
- 4) フラスキンを混用した場合その効果は無包装の場合は顕著でないが包装した場合特に高気温の場合に顕著に効果が認められる。

文 献

- 1) 野口・佃：煉製品の保蔵に関する研究，1～8，本誌
- 2) 横関・大島外：煉製品の保蔵に関する研究，プリント，（第1次汚染の多少と包装の効果について）

煉製品の保藏に関する研究(第10報)

フラスキン含有包装蒲鉾の細菌について

野口 栄三郎・佃 信夫

A study on the preservation of fish cake (10).

On the microbiology of "Kamaboko" with packing and antisepted by "Flaskin" (5-Nitro-2-Furfuraldehyde semicarbazone)

Eizaburo NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA

フラスキンを $\frac{1}{50,000}$ 含有し表面を耐湿性の包装紙で被覆してから蒸煮した蒲鉾は、従来の無処理製品に比して味や足其の他に殆んど悪影響を与えず、外観は衛生的で然も実際に保藏力の点では、従来の製品の数倍に及ぶ事が今迄の多くの実験結果から明らかになっている。然しながら煉製品の如きものでは完全に微生物を死滅させる事は不可能な事であり、従つて適当な温度と湿度の条件下では腐敗はまぬがれ得ない。

但しこの場合の腐敗は普通蒲鉾の腐敗様式と多少趣を異にし、最初に包装紙上から黴を生じたり、又は板との接触面に黄色の細菌のコロニーを発生したり、或は粘稠不透明な「ネト」様物を蒲鉾表面に生ずるが、その繁殖の速度も黴以外は普通品に比して著しく緩慢である。この原因については第2次汚染の防止及びフラスキンの静菌作用¹⁾、酸素の欠乏²⁾等が既に指摘せられ、夫等の総合的效果によるものと思われる。

本報に於ては微生物学的面からこの種蒲鉾の腐敗に関する知見を得る目的で製造直後に残存する細菌から腐敗時の細菌迄、数回生菌の分離を行い、細菌の消長と腐敗の関係を全分離菌株の検索結果から考究した。

実験及び考察

原料魚肉：たら、あかむつ混合

配合割合：魚肉+澱粉約20% 其他調味料若干

上記割合の配合原料に対して $\frac{1}{50,000}$ 量のフラスキンを加え充分搗潰して均一にした後小板に整形し方水セロハン紙で包装し、常法に従つて約20分間蒸煮した。なお木板の影響も考慮して木板付と硝子板付とを半々製造して実験に供した。これ等の蒲鉾は30°C 飽和湿度の孵卵器内に貯蔵した。

肉眼観察の結果は今迄の実験結果と大差なく1週間は異常なく、8日目以降に表面や板付部に「ネト」を発生して新鮮時の特有な臭気を失い、其後次第に食用不能になつたが、中央部は2週間後も腐敗臭は尙輕微であつた。

試料入手の関係上製造後1昼夜経過した製品を第1回サンプルとし蒲鉾中央部から約10gを無菌的

に採取して磨碎し、滅菌水中に稀釈してコロニー20内外の発生を目標として寒天平板培養を行い釣菌して採取した。以下同様に合計4回試料の抽出を行つた。

経過日数と細菌数の変化及び分離菌数を第1表に示す。之等79株の分離細菌を常法により全菌株について菌学的諸性質を検討した。その結果を第2表及び第3表に示す。

第1表

分離 No.	経過日数	1g中の細菌数	分離株数	備考
第1回	1	4.6×10^3	20	木板付
第2回	4	4.7×10^3	18	硝子板付
第3回	8	4.8×10^4	20	木板付
第4回	12	1.1×10^6	21	硝子板付

第2表に示す様に之等の菌は球菌8株、孢子形成桿菌28株、無孢子桿菌43株に分類し得られた。第3表は大別した菌を貯蔵日数別に%で示したものである。第4表は Bergey の第6版による検索結果であり、第5表は分離細菌種の主要性質について記載した。

第2表 分離細菌の類別

類別	経過日数					計(%)
	1	4	8	12		
Cocci	2	3	3	0	8	10.1
Spore forming rods	15	5	6	2	28	35.5
Non-spore forming rods	3	10	11	19	43	54.4

第3表 類別細菌の日数別(%)

経過日数	Cocci	Spore forming rods	Non-Spore forming rods
1	10.0	75.0	15.0
4	16.6	27.9	55.5
8	15.5	30.0	55.0
12	0	9.5	90.5

第4表 分離細菌の種別

種名	貯蔵日数				計
	1	4	8	12	
<i>Bacillus megatherium</i> De Bary	6	1	2		9
〃 <i>circulans</i> Jordan	3		2	1	6
〃 <i>lentus</i> Gibson	1				1
〃 <i>pumulus</i> Gottheil	4	1	1	1	7
〃 <i>subtilis</i> Cohn emend Prazmowski	1		1		2
〃 <i>sphaericus</i> Neide		3			3
<i>Achromobacter liquefaciens</i> (Eisenberg) Bergey et al	3				3
〃 <i>superficiales</i> (Jordan) Bergey et al		8	2	16	26
〃 <i>aquamarinus</i> Zobell and Upham		1	2	1	4
〃 <i>eurydice</i> (White) Bergey et al			2		2
〃 <i>cycloclastes</i> (Gray and Thornton) Bergey et al				1	1
<i>Alcaligenes viscosus</i> (Weldin and Levine) Weldin			1		1
〃 <i>metacaligenes</i> Castellani and Chalmers			2	1	3
<i>Flavobacterium solare</i> (Lehmann and Neumann) Bergey et al		1	1		2
〃 <i>ferrugineum</i> Siekles and Shaw			1		1
<i>Micrococcus candidus</i> Cohn	2		2		4
〃 <i>flavus</i> Trevisan		2			2
〃 <i>luteus</i> (Schroeter) Cohn		1			1
〃 <i>caselyticus</i> Evans			1		1
	20	18	20	21	79

第5表 分離菌種の主要性質

	Motility	Gram stain	Gelatine liquefaction	Hidrolysis of starch	Redaction of nitrites	Acid from glucose
<i>Bacillus megatherius</i> .	+	+	s +	+	-	+
〃 <i>circulans</i> .	+	(±)	s +	+	+	+
〃 <i>lentus</i> .	+	+	-	+	-	+
〃 <i>pumilus</i> .	+	+	s +	-	-	+
〃 <i>subtilis</i> .	+	+	+	+	+	+
〃 <i>sphaericus</i> .	+	(±)	-	-	-	-
<i>Achromobacter liquefaciens</i> .	+	-	+	-	-	-
〃 <i>superficialis</i> .	+	-	s +	-	-	-
〃 <i>aquamarinus</i> .	+	-	-	-	+	+
〃 <i>eurydice</i> .	-	-	-	-	-	±
〃 <i>cycloclastes</i> .	+	-	-	-	+	-
<i>Alcaligenes viscosus</i> .	-	-	-	-	-	-
〃 <i>metacaligenes</i> .	-	-	-	-	-	-
<i>Flavobacterium solare</i> .	-	-	-	-	-	-
〃 <i>ferrugineum</i> .	-	-	s +	+	-	+
<i>Micrococcus candidus</i> .	-	+	-	-	-	+
〃 <i>flavus</i> .	-	±	s +	-	-	+
〃 <i>luteus</i> .	-	+	-	-	-	+
〃 <i>caseolyticus</i> .	-	+	+	-	+	+

s=slowly

以上の結果全菌株の分類学上の位置は *Bacillus* 6種, *Achromobacter* 5種, *Flavobacterium* 2種, *Alcaligenes* 2種, *Micrococcus* 4種, 合計5属19種にわたっている。

蒲鉾製造直後に残存する細菌は第2及び第3表に示される様に大部分は孢子形成桿菌であり之等の桿菌は副原料として使用される澱粉に由来するものであろう。当地方の蒲鉾製造にはグルテン抜き的小麦澱粉が普通15~20%使用されているが、この澱粉中には測定結果常に1g中1~4万の微生物を含有しその中最も多いのは細菌では孢子形成桿菌である。此の事実については既に木俣³⁾, 横関²⁾両氏の研究発表にも示されている。魚肉其他から由来する細菌は熱処理で殆どが死滅する。事実肉晒後脱水した原料魚肉の細菌数測定結果は筆者等の数回の実験結果では $10^5 \sim 10^7$ の範囲であり、蒸煮直後製品では $10^2 \sim 10^3$ であるから著しい減少が見られる。然も以上の結果は澱粉を相当量含有する蒲鉾の場合であつて、原料、副原料、製造法、加熱法等種々の面に於て著しい差異のある市販煉製品を同一に論ずる事は出来ない。然しながら製造工程を通じて共通的な主眼点は細菌学的には熱処理の問題であらう。熱処理の如何によつては細菌の数、種類等に大きな差異をもたらすものと考えられる。何れにしても澱粉含有蒲鉾では製造直後残存細菌は特別の場合を除き孢子形成桿菌が主体となる。

時日の経過と共に相対的に孢子形成桿菌の割合が少くなる事はフラスキンの静菌作用又は酸素の缺乏等で正常な発育が阻害される一方その時の状態に適して発育する細菌の拮抗作用にもよるものであろう。此の実験の結果からはフラスキン含有包装蒲鉾の腐敗には孢子形成桿菌の関与は少い。

球菌は全数の約1割検出されているが、腐敗後もその割合は増加せず初期には或る程度関与する菌種もあろうが、やはり結果としては腐敗の進行と共に淘汰されるものであろう。全球菌8株中3株は黄色色素を産生する。

無孢子桿菌は経過日数と共に出現率が高まり他の球菌や孢子形成桿菌を次第に圧倒する。無孢子桿

菌は3属検出されたが中でも最も多数を占めるのは非色素産生の *Achromobacter* 属である。

木俣³⁾氏の研究結果では普通無糖蒲鉾の腐敗細菌は外部は大気の塵埃に由来する球菌や非運動性の無孢子桿菌であり、比較的高温では孢子形成菌もかなり大きな役割を演じ、又内部は土壌を本源とする孢子形成菌であると結論しているが、フラスキン含有包装製品では細菌相は *Bacillus* 属から *Achromobacter* 属それも第5表に示す様に運動性の活潑な菌相へと移行している。

保蔵後期に多数検出された *Achromobacter* 属や *Flavobacterium* 属は通常熱抵抗性の弱い菌属であるからその来源は魚肉中にあつたものが製造後も極くわずかに残存したものか或は包装の不完全な部分から汚染されたものであるかは不明である。唯前者の場合だと蒲鉾の加熱状態と密接な関係を有するもので、ある場合には相当数残存する事も考え得られる。従つて包装が完全であり無孢子桿菌や球菌の生存出来ない加熱条件にあつてはより長期の保蔵も可能かと考えられるし又腐敗の様相や菌相も異つて来るものと思はれる。これ等の事については今後追求すべき問題である。

フラスキンの作用に関しては相磯氏³⁾ 照井氏⁴⁾ の研究から普通培地に於て細菌の殺菌や繁殖抑制に $\frac{1}{50,000}$ 以上の高濃度を要する菌種は *Aerobacter*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Prodigiosum* 等極く少数に過ぎない。実際にはこれ等以外の多くの菌種が本実験から分離せられたが實際食品と培養基では差を生ずるのが当然であろう。但し孢子形成桿菌に対しては相当強力に静菌作用を呈する事が考えられる。然しこの種蒲鉾では酸素の缺乏状態にもあるわけなので酸素缺乏により強く發育を阻止される事も併せて考えられねばならない。Coyne の研究では *Bacillus* は CO_2 濃度 50% で既に發育が阻害されている。

木板付と硝子板付とでは大きな変化は認められなかつた。

以上蒲鉾の保蔵を主眼として細菌学的研究を行つたが、これは1回の実験結果であり、既にのべた様に種々の条件により細菌相や種の異同も考えられるので、それらの点については一定の規準の下に研究を続行中である。本研究に対し、種々助言を戴いた京都大学教授木俣博士に厚く感謝する次第である。

摘 要

(1) フラスキン含有包装蒲鉾について製造直後に残存する細菌及び日数の経過と共に増殖する菌相の変異をしらべた。

(2) 全分離菌株は5属19種に分類し得られた。

(3) 孢子形成桿菌は保蔵初期には高い検出率を示すが腐敗への影響は少なかつた。それに反して運動性、無孢子、非色素産生桿菌、中でも *Achromobacter* は保蔵後期に著しく多数検出され、蒲鉾の腐敗に最大の影響を与えた。

文 献

- 1) 野口・佃：煉製品の保蔵に関する研究，1～9，本誌
- 2) 横関・大島：北海道水産試験場報告，No. 7，'50
：煉製品の保蔵に関する研究，パンフレット
- 3) 木俣正夫：日本水産学会誌，16，'51
- 4) 相磯・照井：フラスキンの食品防腐剤としての研究（基礎篇）上野製菓，パンフレット

昭和29年 5 月25日 印刷
昭和29年 5 月31日 発行 (500部)

新潟市万代島

発行所 日本海区水産研究所

発行者 内 橋 潔

編集者 加 藤 源 治

新潟市白山浦2丁目181

印刷所 株式会社第一印刷所

電話 3270・6964・8984番